Издательство «Знание»

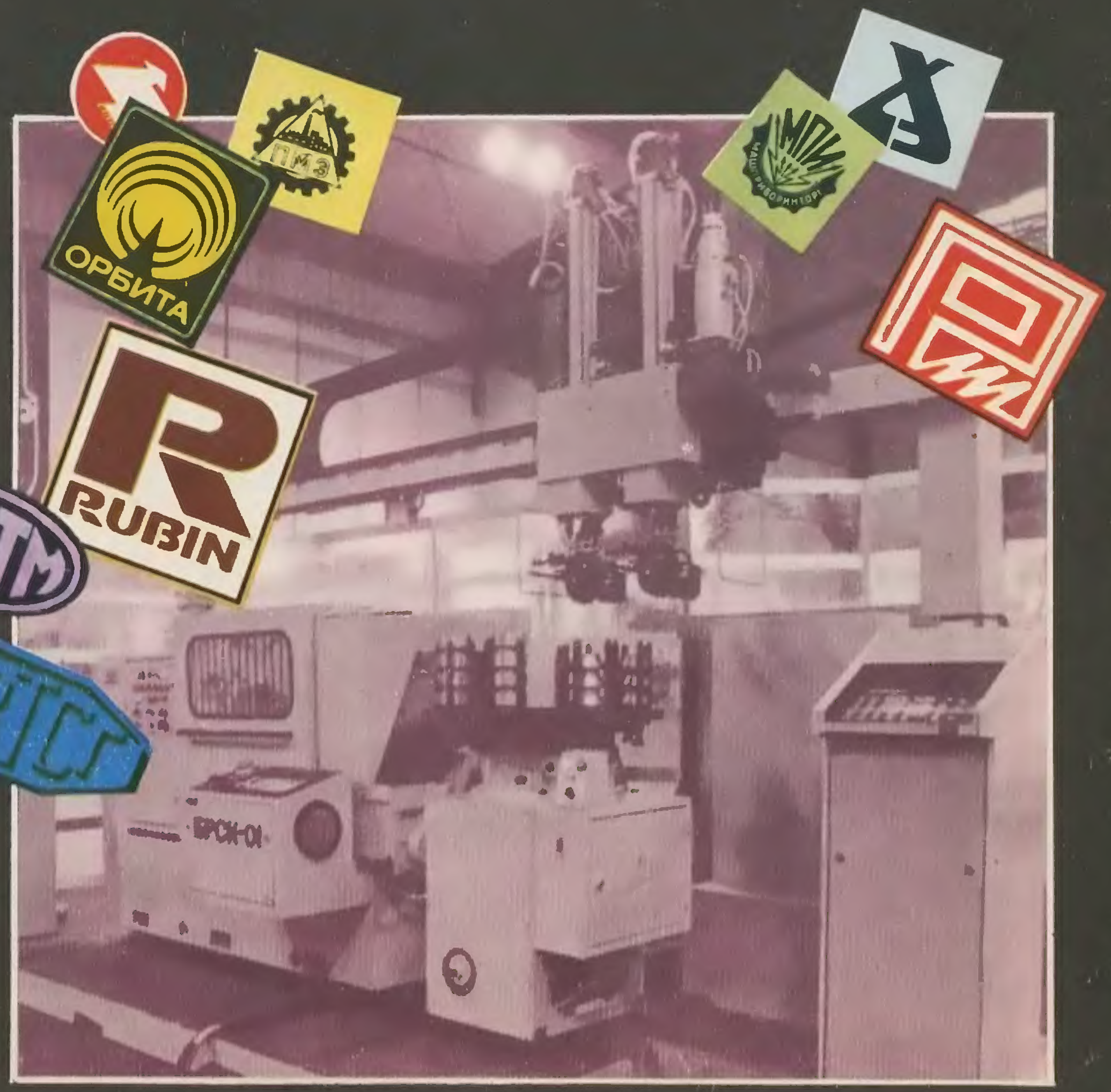
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Новое в жизни, науке, технике

Подписная научно-популярная серия

Издается ежемесячно с 1988 г.

ЭВМ в ускорении научно-технического прогресса



1988

6

Новое
в жизни,
науке,
технике

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Подписная
научно-
популярная
серия

6/1988

Издается
ежемесячно
с 1988 г.

ЭВМ В УСКОРЕНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

В НОМЕРЕ:

3 В. А. Смирнов
РУБЕЖИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАТИКИ

24 Ю. П. Лапшин, Г. В. Красовский
ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНДУСТРИЯ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ПРОГРЕССЕ ОБЩЕСТВА

35 Г. Н. Алексаков, С. В. Минделевич
АНАЛОГОВЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КАЛЬКУЛЯТОР

45 Г. И. Колос
ВТОРАЯ ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ»

Издательство
«Знание»
Москва
1988

ББК 32.97
Э 15

АВТОРЫ ВЫПУСКА

СМИРНОВ Владимир Анатольевич — кандидат технических наук, заведующий сектором ВНИИ проблем вычислительной техники и информатики ГКВТИ СССР. Автор ряда работ в области моделирования сетей ЭВМ и прогнозирования развития вычислительной техники.

ЛАПШИН Юрий Петрович — доктор экономических наук, профессор, работает в Госплане СССР. Ведущий специалист в области применения вычислительной техники в народном хозяйстве. Автор целого ряда публикаций на эту тему.

КРАСОВСКИЙ Георгий Васильевич — кандидат технических наук, работает в Госплане СССР. Автор целого ряда публикаций о роли вычислительной техники в ускорении научно-технического прогресса.

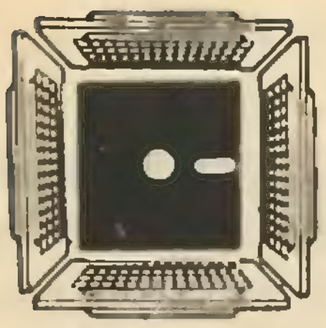
КОЛОС Герасим Иосифович — кандидат технических наук, специалист в области информатики и вычислительной техники. Имеет более 20 печатных работ.

АЛЕКСАКОВ Габриэль Николаевич — кандидат технических наук, доцент. Имеет более 60 печатных работ, в том числе более 30 изобретений. Несколько статей автора переведены за рубежом. В 1964 г. разработал первый советский транзисторный телевизор «Малахит».

МИНДЕЛЕВИЧ Сергей Владимирович — журналист, член профкома литераторов при Литфонде СССР. По образованию — инженер-физик по электронике и микроэлектронике. Трижды лауреат конкурсов на лучшие журнальные публикации о достижениях науки и техники.

Редактор Б. М. ВАСИЛЬЕВ

© Издательство «Знание», 1988 г.



Борьба за повышение качества и увеличение объемов производства продукции во все расширяющейся номенклатуре неизбежно приводит ко всевозрастающим потокам информации. Эти потоки сопровождают потоки материальные от момента зарождения идеи, нового технического решения до момента их воплощения в новой технологии или продукции и реализации ее в системе отраслей народного хозяйства и среди населения. И неизбежно наступает информационный барьер, когда сложность задач обработки информационного потока и управления оборудованием, производством, коллективом специалистов превышает человеческие возможности, и эти задачи могут быть успешно решены только с использованием ЭВМ.

В. А. СМИРНОВ

РУБЕЖИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ИНФОРМАТИКИ

Ускорение научно-технического прогресса заставляет чаще и интенсивнее использовать средства вычислительной и микропроцессорной техники (ВТ и МПТ) как важнейшую техническую составляющую самого прогресса. Уже сам факт всевозрастающего распространения этих средств можно считать практическим доказательством высокой эффективности использования средств ВТ и МПТ, являющихся основным инструментом информатики.

Существовавшая до недавнего времени трактовка понятия «информатика» подразумевала отрасль науки, занимавшуюся изучением потоков прежде всего научно-технической информации и методов ее оптимального сбора, анализа, обобщения и распространения среди ограниченного круга специалистов.

Сегодня можно утверждать, что сложилась новая отрасль экономики с названием «информатика». В рамках информатики проводятся научные исследования, проектные разработки, внедрение и обслуживание автоматизированных информационных и управляющих систем (АС), ориентированных на новые информационные технологии, реализуемые с использованием существующих и перспективных средств ВТ и МПТ, а также средств передачи данных. При этом автоматизированные системы различных классов и типов наряду с системами искусственного интеллекта являются активными компонентами информатики, заменяющими человека в разнообразных процессах управления, процессах научных исследований, проектирования, обучения, информирования населения и т. д.

Для решения задач развития информатики в стране создан Государственный комитет СССР по вычислительной технике и информатике (ГКВТИ СССР), в функции которого входят формирование и проведение единой технической политики в области производства и применения средств ВТ и МПТ, определение приоритетных и наиболее перспективных направлений создания и использования АС, планирование и координация разработок и развития промышленного производства в этой области научно-технического прогресса.

Уже начало двенадцатой пятилетки демонстрирует значительную интенсификацию внедрения средств ВТ и МПТ — в 1986 г. объем производства средств ВТ возрос по сравнению с 1985 г. на 16%, а в целом за двенадцатую пятилетку объем выпуска средств ВТ и МПТ должен увеличиться более чем в 2 раза при среднегодовом темпе прироста 18% (в машиностроении аналогичный показатель развития составит в среднем около 10%). Столь высокие темпы роста производства средств ВТ и МПТ определяются тем, что они, по существу, стали настоящим катализатором развития экономики и внедрения все более широко распространяемых передовых технологий, не реализуемых без машинных методов обработки информации.

Как показывает детальный анализ, к настоящему времени в нашей стране и за рубежом сформировалось пять основных областей применения средств ВТ, АС и информатики (областей автоматизации):

— управление средствами труда (станками, роботами, машинами), управление технологическими и производственными процессами;

— автоматизация научно-исследовательских и проектных работ, технологической подготовки производства;

— использование средств ВТ и МПТ в процессах организационно-экономического управления объектами народного хозяйства;

— применение средств ВТ и МПТ в процессах обучения и подготовки специалистов для отраслей народного хозяйства;

— использование средств ВТ и МПТ для информационного обслуживания населения, развития сферы услуг (здравоохранения, бытовых, социального обеспечения, жилищно-коммунальных и т. д.) и в быту.

Определенное партией и правительством стратегическое направление ускоренного развития экономики страны в перспективе до 2000 г. позволило выделить из указанных пяти областей автоматизации первые две как наиболее приоритетные по масштабам и темпам внедрения ВТ и информатики.

Среди общих задач развития информатики выделяется несколько, заслуживающих особого внимания, поскольку они имеют характер глобальных.

Во-первых, в долгосрочной перспективе должна быть обеспечена массовость внедрения ВТ, АС и информатики, что обещает наиболее полный охват объектов автоматизации и создание однородной информационной среды, в которой становится возможным организация единых информационных технологий. Только так может наиболее полно проявиться эффективность использования средств ВТ и МПТ.

Приведем два примера. Внедрение отдельных станков с ЧПУ или промышленных роботов в цехе с десятками и сотнями станков с ручным управлением не только не приводит к повышению производительности труда или увеличению объема производства, но и зачастую ухудшает экономические показатели работы цеха. Более дорогостоящее оборудование начинает работать в общем, несвойственном ему ритме, простаивает, коэффициент сменности его не превышает 1,2—1,8 (что характерно для станков с ручным управлением), в то время как оно должно работать с коэффициентом сменности 2,5—2,9. Увеличивается, а не уменьшается количество наладчиков и ремонтников.

Другим примером может служить процесс создания и внедрения АСУ предприятиями (АСУП). К 1987 г. в народном хозяйстве страны насчитывалось 46 тыс. промышленных предприятий, на которых создано 1,48 тыс. АСУП, т. е. немногим более 3% предприятий имели средства ВТ для обработки информации и управления производственно-хозяйственной деятельностью. Это привело к тому, что в каждом отдельном министерстве наряду с машинными технологиями существуют ручные методы обработки данных. Возникли разнотипность документопотоков, дополнительные сложности в их обработке, потребовалось увеличить численность специалистов, занятых подготовкой информации (кодировка, перекодировка, обработка машинных носителей).

Во-вторых, необходимо обеспечить переход от автоматизации отдельных функций обработки информации в производственной, исследовательской, проектной и хозяйственной деятельности к комплексному внедрению и использованию на объектах автоматизации средств ВТ, АС и информатики, созданию интегрированных АС, охватывающих все виды деятельности, связанные с обработкой информации. Расчеты, приведенные по данным статистической отчетности, показывают, что годовой прирост прибыли, получаемой от внедрения одной интегрированной ЕСУ на предприятиях страны, в 2,3 раза больше, чем от создания тра-

диционной АСУП, а годовой экономический эффект интегрированных систем больше почти в 3 раза.

Аналогичные результаты достигаются при комплексной автоматизации производства — производительность труда станочника при работе на станке с ЧПУ в 2—3 раза выше, чем на универсальном станке с ручным управлением того же класса. Создание роботизированного участка в составе 6—10 перестраиваемых модулей позволяет повысить производительность труда примерно в 10 раз. Особенно заметен эффект комплексности применения средств ВТ и МПТ при создании гибких производственных систем (ГПС). Один из основных показателей производства — длительность производственного цикла изготовления деталей (узлов) — в ГПС сокращается на 40—60%, а иногда и в несколько раз по сравнению с традиционной организацией производства на базе станков с ручным управлением.

Так, на фирме «Тошиба Тангаллой» (Япония) организация автоматизированного производства в виде ГПС позволила сократить производственный цикл с 18,6 до 4,2 дня при увеличении коэффициента использования оборудования с 20 до 73% и введении 11-часовой безлюдной ночной смены. Фирма «Тойода Машин Уоркс» ввела в строй гибкую автоматизированную линию (ГАЛ) роботизированной сборки, на которой за 45 с собирается 35 узлов насосов, что ранее требовало труда 20 рабочих в две смены.

В целом комплексность применения средств ВТ, АС и информатики нацелена на создание на каждом объекте автоматизации такой степени концентрации этих средств, при которой практически становится неэффективным, невыгодным и невозможным использование ручных методов обработки информации.

Третьей общей задачей развития информатики является повсеместная автоматизация рабочих мест специалистов различной профессиональной ориентации и разного квалификационного уровня от ученого-исследователя до рабочего, кладовщика, продавца магазина. Решение этой задачи преследует цель максимального приближения средств ВТ и МПТ к источникам информации, внедрения на каждом рабочем месте таких информационных технологий, которые дали бы возможность обрабатывать информацию непосредственно каждому работнику, являющемуся не программистом, а конечным пользователем средств ВТ.

Реализация задачи осуществляется на основе массового производства и внедрения специализированных, профессионально ориентированных автоматизированных рабочих мест (АРМов), создаваемых на базе микроЭВМ и персональных ЭВМ (ПЭВМ). Профессиональная ориентация АРМов обеспечивается выбором соответствующего потребностям конечного пользователя класса ПЭВМ, комплектацией ее периферийным оборудованием (прежде всего определенным набором устройств ввода-вывода информации), пакетами прикладных программ, которые позволяют пользователю самостоятельно проводить все необходимые технологические операции по обработке информации на своем рабочем месте.

Информационные технологии, использующие АРМы, обладают широкими возможностями резкого сокращения объема рутинных операций поиска, выборки и локальной обработки информации, повышения роли интеллектуальных, творческих процессов понимания и интерпретации информации, качественно изменяя условия труда. Массовое внедрение информационных технологий, используемых работниками в своей повседневной деятельности, позволяет превратить информацию в один из важнейших экономических и стратегических ресурсов общества наряду с энергией, топливом, сырьем.

Подтверждением высокой эффективности АРМов служат данные о их распространении в сфере бизнеса в США: в 1981 г. для обработки экономических данных, проведения деловых расчетов и конторских работ было установлено 550 тыс. ПЭВМ, что позволило охватить около 1% всех рабочих мест. К 1987 г. 36,5% рабочих мест администрации, 20% рабочих мест канцелярских служащих и 16,6% рабочих мест управляющих различных категорий были превращены в автоматизированные. Количество ПЭВМ, установленных на рабочих местах работников делового мира США, к концу 1987 г., по оценкам специалистов, составило около 20 млн. шт. (общий

парк ПЭВМ в США в 1986 г. — более 49 млн шт.).

Иллюстрируемое ростом парка ПЭВМ интенсивное развитие применения средств ВТ и МПТ на базе новых информационных технологий сопровождается постоянным процессом их совершенствования. Это позволяет все время наращивать функциональные возможности создаваемых АС за счет выбора новых конфигураций, новых вариантов комплектации систем, с помощью которых становится возможной реализация все более прогрессивных технологий обработки информации.

В то же время стало очевидно, что решение поставленных задач не может быть достигнуто простым увеличением объема производства средств ВТ и МПТ, «валом», направляемым в отрасли народного хозяйства. Для рационального использования ресурсов ВТ, АС и информатики необходимо применение методов программно-целевого планирования, которые требуют обязательного рассмотрения перспектив развития информатики, а также четкой дифференциации конкретных условий применения средств ВТ и МПТ, уточнения целей их использования, их технико-экономических и эксплуатационных показателей для каждой группы объектов автоматизации.

К выводу о необходимости достаточно точного учета условий применения ВТ, МПТ и АС приводит и практика перестройки. Получая при переходе на хозрасчет большую самостоятельность, предприятия вынуждены тщательно оценивать выгоды от внедрения автоматизации на том или ином участке деятельности, а не стремиться перевыполнить план по внедрению распределяемой «сверху» новой техники, в том числе средств ВТ и МПТ для создания запланированных АС.

Принципы программно-целевого планирования требуют обязательного прогноза достигаемых рубежей развития информатики в перспективе на 10—20 лет, который осуществляется при разработке соответствующих разделов комплексных программ научно-технического прогресса и концепций основных направлений экономического и социального развития страны, отраслевых долгосрочных программ развития применения ВТ и АС. В соответствии с принятой методологией долгосрочные прогнозы должны строиться на основе учета тенденций распространения и совершенствования наиболее важных технологий и видов техники. При оценке перспектив развития информатики следует учитывать тенденцию роста объемов применения конкретных типов АС, создаваемых (или потенциально потребных) на вполне определенных объектах в каждой области автоматизации. Теперь придется учитывать возможности автоматизируемых объектов при закупке дорогостоящей вычислительной техники, а не планировать ее внедрение на основе единых нормативов, каким до недавнего времени был устанавливаемый по пятилетиям «коэффициент эффективности использования средств ВТ» или приходящий ему на смену показатель «результативности (в том же традиционном смысле стоимостной, затратной эффективности) ЭВМ». Оценки перспективных рубежей информатики должны давать как качественную картину перехода к новым, так называемым «безбумажным», информационным технологиям, так и количественно характеризовать масштабы автоматизации народного хозяйства во времени.

Такие возможности открывает подход к оценке рубежей и масштабов развития информатики, который можно определить как «объектный». При этом подходе на основе анализа отечественных и зарубежных разработок в каждой области применения ВТ, АС и информатики выделяются типовые, наиболее широко распространенные АС и группы объектов народного хозяйства, на которых созданы, создаются или могут быть созданы в будущем типовые автоматизированные системы.

Только при таком подходе становится возможным разработка сценариев развития как отдельных типов АС, так и процессов их распростране-

ния на объектах автоматизации. Реализуется принципиальная возможность детального, а значит, и более точного прогноза будущего информатики, обеспечивается вариантность оценок, что является необходимым условием проведения прогнозных расчетов.

Объектный подход к оценке перспектив развития информатики дает возможность выделить прямой эффект от использования средств ВТ и МПТ, что в наибольшей степени отвечает принципам метода программно-целевого планирования развития экономики. Именно забвение этого метода позволяло долгие годы оценивать эффективность применения АСУ по эффекту косвенному, появляющемуся в сфере производства, а не в области организационно-экономического управления, где системы применялись. В результате стало возможным составление постоянно повышающихся планов эффективности АСУ, которые безусловно выполнялись... за счет производства.

Специфика основной деятельности, осуществляемой в каждой отдельной области автоматизации, приводит к определенным, характерным для этой области прямым эффектам использования средств ВТ и АС. И зачастую показатели этого эффекта в различных областях автоматизации не могут быть сопоставлены, так как не выражаются в единой метрике. Например, внедрение систем программного управления оборудованием в материальном производстве позволяет улучшить условия труда, иногда полностью высвободить рабочих на определенных технологических операциях, обеспечить стабильность качества выпускаемой продукции, сократить время ее обработки. А использование средств ВТ в научных исследованиях сокращает сроки их проведения, позволяет более полно и всесторонне изучить исследуемый материал или процесс, но непосредственно влиять на производственные процессы не может.

Это дает основание определять в каждой области автоматизации свои, относительно локальные, цели и исходя из условий их достижения и получения определенного результирующего эффекта оценивать степень выполнения главной задачи развития информатики как фактор научно-технического прогресса.

Пути развития комплексной автоматизации отраслей материального производства

Опыт внедрения новых технологий в отраслях материального производства показывает, что нормальное протекание производственных процессов при получении гарантированного качества продукции в большинстве технологий возможно только при автоматизированном управлении ими. Автоматизация производства существенно повышает производительность труда и качество продукции даже при сохранении традиционных технологий в таких отраслях, как черная металлургия (прокатка металла), машиностроение, текстильная, швейная и пищевая промышленность. Наиболее заметный эффект применения ВТ и АС при этом проявляется при ликвидации участков ручного труда и высвобождении занятых, экономии материалов, топлива, сырья, электроэнергии.

В этой области автоматизации определились три приоритетных направления развития:

— создание, массовое производство и внедрение систем автоматизации управления отдельных,единичных средств труда, их узлов и блоков;

— создание АС управления технологическими комплексами и процессами;

— создание АС управления гибкими производственными системами, особо сложными технологическими процессами.

Развитие каждого из указанных направлений должно быть подчинено решению общей задачи — технического перевооружения отраслей народного хозяйства при комплексном внедрении автоматизированных систем на всех

уровнях управления отдельных производств. Должны создаваться законченные гибкие технологические комплексы, включающие основное и вспомогательное (в традиционном смысле). оборудование, транспорт и складские хозяйства, управляемые по единым производственным планам, которые при изменении внешних условий могут быть скорректированы и изменены.

Базисом автоматизации технологического производственного оборудования — станков, машин, роботов, агрегатов, приборов, контрольно-измерительной аппаратуры, гибких модулей — должны стать микропроцессорная техника и ее компоненты: программируемые логические схемы, программируемые микропроцессорные контроллеры (ПМК), микро-ЭВМ. На их основе создаются миниатюрные, «встраиваемые» в оборудование системы регулирования, контроля, диагностики и управления узлами и блоками машин и приборов, системы управления отдельными станками, роботами, модулями.

В стране начато производство систем прямого цифрового управления электроприводами постоянного и переменного тока, адаптивных систем управления электроприводами. Продолжены работы по созданию электронных систем контроля, диагностики и управления двигателями для перспективных моделей тракторов и автомобилей. Отечественной промышленностью разработаны измерительно-вычислительные комплексы для диагностики двигателей внутреннего сгорания (К750), контроля параметров теплоэнергетических процессов (К753) и др. на базе микро-ЭВМ СМ1800 и специализированной микро-ЭВМ 15ВУМС-28-025. Применение микропроцессора в частотомере Р43-07-0001 (разработка Львовского политехнического института) позволило заложить в этот прибор новые принципы действия.

Развитие этого направления применения средств МПТ определяется массовостью объектов автоматизации. Еще в начале 80-х годов число типов встраиваемых систем специалистами оценивалось на уровне 200 тыс., а к 1990 г. это число возрастет до 3 млн. Расчетами показано, что с учетом серийности выпуска автоматизируемых машин и приборов в следующих пятилетках должны быть произведены десятки миллионов микропроцессорных компонент для создания систем автоматического и автоматизированного регулирования и управления.

Но создание встраиваемых АС еще не приобрело характера повсеместного использования средств МПТ для автоматизации широкой номенклатуры средств труда, что связано с определенным отставанием отечественного массового и крупносерийного производства высоконадежных микропроцессорных компонент в виде заказных и полузаказных БИС и СБИС, средств их комплексирования и связи, средств перепрограммирования на местах их применения.

Низкая стоимость, гибкость перепрограммирования, обеспечиваемый широкий спектр применения для электронного управления обусловливают наиболее интенсивный рост производства систем логического управления на базе нескольких классов специализированных средств МПТ. Они используются чаще всего как системы контроля, диагностики, регулирования с достаточно простыми алгоритмами управления автономных, независимых средств труда и их узлов (двигателей транспортных средств и сельскохозяйственных машин, лифтов, компрессоров, кранов-штабелеров и т. д.), а также в качестве периферийного дополнения управляющих АС, например для управления приводами и в системах контроля станков с ЧПУ типа CNC.

Для создания АС одно- и многооперационного программного управления отдельными станками, машинами, роботами, технологическими модулями и агрегатами необходимо обеспечить массовое промышленное производство малых, средних и больших программируемых микропроцессоров, контроллеров и одноплатных микро-ЭВМ.

Системы логического управления и малые ПМК обеспечивают функцио-

нальную (по заказу пользователя в зависимости от условий применения) обработку регистрируемых цифровых и аналоговых сигналов, формирование сигналов позиционного, временного и числового управления, отслеживание аварийных ситуаций и самодиагностику.

Средние и большие ПМК, микро-ЭВМ, обладая развитой памятью и высоким быстродействием, осуществляют управление и регулирование с адаптивной коррекцией программ выполнения технологических операций при изменении внешних условий. Обрабатывая информацию, поступающую по многим каналам, они способны, например, в компьютерных устройствах ЧПУ осуществлять не только электронное управление станком, но и котролировать состояние инструмента и детали, отображать на дисплее траекторию движения инструмента и состояние узлов станка, корректировать программу обработки детали.

Для реализации столь сложных функциональных задач используемые средства МПТ должны обладать высоким быстродействием, возможностью комплексирования и сопряжения с малыми ПМК систем логического управления. Таким требованиям вполне соответствуют микропроцессорные системы магистрально-модульной архитектуры, построенные на базе единых стандартов шин.

Фирмой Force Computers (США) создана микро-ЭВМ CPU-386 с шиной VME BUS на базе 32-разрядного микропроцессора 80386 фирмы INTEL и высокоскоростного динамического ОЗУ объемом 2 Мбит. Микро-ЭВМ CPU-386 обладает быстродействием от 3 до 4 млн. команд / с. При оснащении микро-ЭВМ матричным сопроцессором 80397 фирмы INTEL ее быстродействие может достигать 1,8 млн. операций Уитстоуна в секунду.

Создание таких АС в значительной степени зависит от производства комплектующих их систем датчиков, регистрирующих и измерительных приборов, которые в свою очередь должны оснащаться микропроцессорными системами предварительной обработки данных.

Следует отметить разработанную ВНИИ измерений серию широкодиапазонных автоматизированных приборов БВ-4260, БВ-4274 для работы со станками и станочными модулями, измерительную машину БВ-2019 с ЧПУ, БВ-5079 для контроля зубчатых колес, межосемер БВ-6270, прямомер БВ-6250. Продолжен выпуск лазерных измерителей перемещений ИПЛ-10М и ИПЛ-30К. Ряд измерительных приборов и систем имеет встроенные крейты в стандарте КАМАК, что позволяет их использовать совместно с другими функциональными блоками в автоматизированных контрольно-диагностических системах.

Дальнейшее развитие этого направления автоматизации требует разработки всех компонент МПТ, используемых для автоматизации оборудования, на единых прогрессивных стандартах шин, что даст возможность создавать мультипроцессорные системы управления средствами труда с плотносвязанной архитектурой, охватывающей центральный контроллер, контроллеры системы регистрации, системы управления приводами и т. д. В качестве зарубежных аналогов можно указать перспективные шинные стандарты IEEE-488, MULTIBUS, MULTIBUS-2, VME; аналогом стандарта специализированных локальных сетей ПМК может служить стандарт BITBUS фирмы INTEL (США). Необходимо указать также на широко внедряемый в США стандарт локальных сетей MAP-TOP для комплексной автоматизации производства.

Широкие возможности, получаемые при применении средств МПТ, демонстрирует программируемый мультиметр типа 8860А фирмы Fluke (США), использующий две встроенные микро-ЭВМ, контроллер и интерфейс локальной сети по стандарту IEEE-488, что превратило его в многофункциональный измерительно-вычислительный комплекс и дало возможность подключить к нему многочисленные автоматизированные приборы.

В настоящее время около 20 фирм предлагают функциональные платы, включая одноплатные полные микро-ЭВМ, на базе 32-разрядных микропроцессоров 68020 и 32-разрядной шины VME фирмы MOTOROLA (США).

Укажем также на необходимость промышленного выпуска средств программирования ПМК — минипультов-программаторов для малых ПМК, терминальных устройств с индикаторными средствами отображения для сред-

них ПМК и видеотерминалов для больших ПМК.

Благодаря развитию систем программного управления становится все более широким применение промышленных роботов (ПР), которые используются в различных трудоемких производственных процессах, в том числе на операциях окраски, сварки, сборки и монтажа. Высокими темпами возрастает объем производства ПР — среднегодовые темпы прироста в последние годы сохраняются на уровне 15%, в 1987 г. было произведено свыше 17 тыс. ПР, что позволило довести объем парка ПР до 50 тыс. единиц.

По оценкам Английской ассоциации робототехники, на февраль 1985 г. в промышленности Японии использовалось 64,6 тыс. роботов, в США установлено 13 тыс. роботов, в странах Западной Европы — 20,5 тыс. роботов (ФРГ — 6,6, Франции — 2,6, Италии — 2,7, Великобритании — 2,66, Швеции — 2,4, Испании — 0,62). За рубежом существуют нормы экономической эффективности эксплуатации ПР: внедрение одного ПР высвобождает в среднем 2,5 рабочего, обеспечивает трехсменную загрузку основного оборудования, срок окупаемости ПР не превышает в среднем трех лет.

В нашей стране нашли наибольшее распространение ПР моделей ТУР-10, Циклон 5.01, ПРЦ.1, КМ-10Ц, Универсал-15, Гном-3Р. Создан язык программирования МЭЛ, ориентированный на задачи робототехники. Созданы трансляторы языка МЭЛ для ЭВМ СМ-2, СМ-4, «Электроника-100/25» и «Электроника-60». На базе исследований МВТУ им. Н. Э. Баумана и научно-учебного центра «Робототехника» АН СССР разработан образец системы технического зрения на базе ПЗС-матриц для интеллектуальных ПР.

Наряду с производством ПР продолжает развиваться промышленный выпуск станков с ЧПУ и гибких производственных модулей (ГПМ). По данным Госкомстата СССР, в 1987 г. в промышленности было установлено 16 тыс. металлорежущих станков с ЧПУ, общий парк станочного оборудования с ЧПУ превысил 110 тыс. единиц, из них в основном производстве находится более 90%.

Локальной целью развития производства оборудования с программным управлением является изменение структуры станочного парка, увеличение в нем доли автоматизированного прогрессивного кузнечно-прессового оборудования и многооперационных станков типа «Обрабатывающий центр» (ОЦ), являющихся основой создания ГПМ, гибких перестраиваемых участков и производств. В свою очередь, развитие АС управления обеспечивает повышение их надежности, точности и качества обработки, дополнение функций управления ими функциями контроля и диагностики.

Фирма Fanuk (Япония) создала гамму устройств ЧПУ SYSTEM 10/11/12, обеспечивающих управление по 2—15 координатным осям, имеющих модульную наращиваемую структуру аппаратурного и программного обеспечения и оптоволоконные каналы связи, что позволяет подключать к ним в качестве периферийного дополнения автоматизированные средства контроля и регулирования различного назначения.

Но развитие направления создания автоматизированного оборудования охватывает не только выпуск станков и машин для машиностроительного производства, а распространяется на все отрасли промышленности, агропромышленный комплекс, транспорт и связь, отрасли материально-технического снабжения и торговли. В качестве примера достаточно указать на использование в горнодобывающей промышленности автоматизированного агрегата СК-1 для проходки вертикальных стволов шахт и автоматизированной установки КАТУ-1 обогащения угля, разработку автоматизированного лесотранспортера ЛТ-86, серийный выпуск автоматизированных прядильных машин ПМ-88-Л6, производство автоматизированных доильных установок УДА-8 и УДА-16. Всего в настоящее время машиностроительными министерствами разрабатывается, создается и внедряется свыше 130 образцов автоматизированных на базе применения средств МПТ машин, оборудования и технологических комплексов.

Другим важным направлением комплексной автоматизации производства является создание АС управления технологическими процессами (АСУТП). В этом направлении решается качественно новая задача проектирования и внедрения АСУТП исключительно на

базе использования средств ВТ и МПТ (по данным ЦСУ СССР, 33% созданных к 1983 г. АСУТП не имели в своем составе ЭВМ, в химической и нефтехимической промышленности доля таких систем была еще больше).

Изменяется концепция построения самих систем — взамен систем с централизованной архитектурой создаются во все больших масштабах распределенные АСУТП с разделением и специализацией функций управления по отдельным компонентам системы. Это дает возможность широкого использования в АСУТП серийно выпускаемого автоматизированного оборудования с локальными системами управления.

Основой создания распределенных АСУТП должны стать программно-аппаратные средства локальных сетей различной архитектуры и скоростей передачи информации. Распределенная АСУТП строится как многопроцессорная система с иерархической структурой функций управления и развитой системой обмена информацией между уровнями. Она включает в качестве элементов низового уровня управления ПМК и микро-ЭВМ систем управления отдельными единицами технологического оборудования, согласованная работа которых планируется и контролируется большим ПМК, микро- или мини-ЭВМ системы. Базой создания компонент распределенных АСУТП должны стать средства МПТ.

Одним из перспективных способов реализации распределенных АСУТП (прежде всего для непрерывных технологических процессов) является создание их компонент на основе ПМК разных классов, когда системы нижнего уровня используют малые и средние ПМК, а управление процессом в целом осуществляется большим ПМК. Все контроллеры включаются в локальную сеть с магистральной архитектурой, которая обеспечивает обмен информацией между компонентами АСУТП с требуемой по условиям протекания процесса скоростью.

Примером разработки подобной локальной сети для создания АСУТП является сеть BITBUS фирмы INTEL (США). Архитектура программного обеспечения сети имеет четыре уровня: физический, канальный, сообщений и прикладной. Фирмой реализована магистраль BITBUS, обеспечивающая соединение своих двух процессорных ПМК типа 8044. К магистрали подключается до 1250 станций, передача ведется со скоростями 62,5, 375, 2400 Кбит/с на расстояния до 30 м (в синхронном режиме) и до нескольких километров (в режиме самосинхронизации).

До 20% выпускаемых за рубежом малых ПМК и около 40% средних и больших ПМК допускают включение их в локальные сети промышленной автоматизации.

В настоящее время необходимо интенсифицировать разработки и обеспечить массовое производство отечественной промышленностью аппаратуры и средств связи с различными передающими средами для локальных сетей ПМК и микро-ЭВМ на базе единых стандартов. Должен быть налажен серийный выпуск средних и больших программируемых микропроцессорных контроллеров (с 32- и 64-битной архитектурой) для реализации контуров управления верхнего уровня этих систем.

Расчеты показывают, что в ближайшие пятилетия доля распределенных систем может возрасти до 40% от общего числа создаваемых АСУТП, в то время как общие темпы роста количества вводимых в строй АСУТП должны остаться на уровне одиннадцатой-двенадцатой пятилеток, т. е. не ниже 12%.

Третьим направлением комплексной автоматизации производства является создание наиболее сложных АС управления гибкими производственными системами (ГПС), гибкими автоматизированными производствами (ГАП) и быстропротекающими распределенными технологическими процессами.

Концепция построения иерархических АС с разделением функций управления нашла наиболее полное воплощение при создании ГПС и ГАП в машиностроительных производствах с дискретным характером протекания процессов.

В ГПС на основных и вспомогательных операциях (обработка, хранение, транспортировка, контроль изготавливаемых деталей и узлов, замена инструмента и приспособлений) используется оборудование (станки, маши-

ны, роботы, автоматизированные склады и транспортные средства), оснащенное АС компьютерного управлении типа CNC, что дает возможность автономного выполнения каждой операции. АС технологического уровня ГПС по заданному сменно-суточному графику производства продукции обеспечивает диспетчерование выполнения всех операций, их запуск, останов и контроль выполнения, а также дистанционную смену программ ЧПУ обработки деталей при переходе на производство партии деталей нового вида из заранее установленной номенклатуры, чем достигается гибкость производства.

Создание ГАП требует интеграции АСУ ГПС с автоматизированными системами технологической подготовки производства (АСТПП), проектирования новых видов продукции (САПР) и организационно - экономического управления предприятием (АСУП).

Столь сложные АС могут создаваться только на основе многопроцессорных и многомашинных вычислительных комплексов с распределенной архитектурой. Их реализация осуществляется с помощью техники локальных сетей с различной архитектурой и стандартными протоколами управления (например, по существующим стандартам ETHERNET, MAP-TOP, MCA и др.) в зависимости от условий взимодействия сопрягаемых АС. В соответствии с задаваемыми условиями локальные сети должны обеспечивать передачу информации до десятков Мбит/с на расстояния от десятков метров до нескольких километров.

Внедрение ГПС и ГАП при использовании передовых методов организации производства (безлюдные третьи смены, групповая технология) дает возможность на предприятиях с мелкосерийным и единичным характером производства сократить длительность производственного цикла и используемый станочный парк, уменьшить объем незавершенного производства, высвободить производственные площади и часть производственных рабочих, повысить загрузку оборудования и объемы производимой продукции.

На одном из производственных участков завода фирмы ASEA (Швеция) создание ГАП позволило сократить время выбора и подготовки заготовок до 1 ч вместо 6—8 недель, а объем материальных запасов снизить на 25%. Одно из самых развитых ГАП МАХ фирмы MAKINO (Япония) использует около 37% станочного парка и около 50% численности занятых аналогичного механообрабатывающего производства с традиционной организацией производства и технологией, при этом оборудование ГАП МАХ загружено на 93% производственного времени.

Создание специализированных АСУТП необходимо для автоматизации производственных и технологических процессов, требующих использования средств обработки и передачи информации со сверхвысокими характеристиками. Например, АСУТП класса решающих и советующих создаются на основе специализированных сетей передачи данных большой протяженности (до 1000 км) со скоростями передачи информации до 500—1000 кбит/с при подключении до 50—500 оконечных устройств (датчиков, локальных АС регулирования) и систем телеобработки, обеспечивающих сбор данных по большому числу независимых каналов передачи информации. В таких системах для обработки информации также можно использовать ЭВМ большой производительности.

ЭВМ в науке и проектировании

Автоматизация научных исследований и проектных разработок новых изделий и технологии их изготовления на первых этапах жизненного цикла новой продукции определяет не только облик работ, но и стоимость, технологичность и эксплуатационные характеристики создаваемой техники и объектов строительства.

Усложнение современной техники увеличивает сроки ее разработки и создания (в среднем в 1,5—1,75 раза за 5 лет) при постоянно уменьшающемся сроке ее службы до момента морального износа. Существующие с 1980 г. тенденции приводят к сокращению среднего срока службы техники за десять лет в 2 раза. Все это требует постоянного и существенного ускоре-

ния процессов исследований, проектирования и подготовки производства для выпуска новых образцов изделий.

Зарубежный опыт эксплуатации существующих систем автоматизации исследований и проектирования показывает, что с их помощью на 10—25% улучшаются технико-экономические показатели разрабатываемых образцов новой техники и ускоряются автоматизируемые процессы. По данным опроса 355 западногерманских фирм используют САПР, так как считают, что за счет совершенствования продукции и разработки модификаций и новых видов изделий достигается более чем 20%-ное сокращение длительности производственного цикла и реализуется в максимальной степени потенциальный эффект автоматизации производства.

Общей целью развития автоматизации научных исследований и проектных работ является создание комплексных АС, обеспечивающих эффективное применение средств ВТ и информатики на всех этапах и стадиях выполнения этих работ при максимальном охвате занятых исследователей и проектировщиков.

Как приоритетные в данной области автоматизации определились следующие направления применения средств ВТ и информатики:

— производство микропроцессорных систем автоматического и автоматизированного управления, регулирования и самодиагностики научных измерительных и регистрирующих приборов и установок;

— разработка, создание и внедрение систем автоматизации научных исследований (АСНИ);

— создание и внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР);

— создание и широкое внедрение АС технологической подготовки производства (АСТПП);

— крупносерийное производство программно-технических комплексов профессионально-ориентированных автоматизированных рабочих мест исследователей, проектировщиков и технологов.

По существу, в первом из указанных направлений достигаемые рубежи развития автоматизации полностью определяют масштабы применения средств МПТ.

Только с 1978 по 1981 г. производство датчиков и регистрирующих приборов, оснащенных микро-ЭВМ, в Японии увеличилось в 21 раз. Их производством и разработкой было занято около 80 фирм. За прошедшие годы объем производства измерительной и регистрирующей аппаратуры вырос еще в 10 раз. Основные функции применяемых микро-ЭВМ: обработка данных (статистическая обработка, масштабирование, усреднение, логарифмическое преобразование), управление автоматическим стробированием и сканированием, самодиагностика, оптимизация измерений, интерфейс связи с человеком и ЭВМ.

Развитие производства автоматизированной научной аппаратуры требует выпуска средств МПТ в номенклатуре, соответствующей указанной выше для комплексной автоматизации производства.

В одном из аналитических обзоров, посвященном применению средств ВТ и информатики в научных исследованиях, отмечается, что наряду с традиционным использованием ЭВМ для моделирования и обработки разнотипной информации в последнее десятилетие вычислительная техника стала активно применяться для создания компьютерных экспериментальных систем. В таких системах, которые могут быть определены как системы автоматизации экспериментальных научных исследований (САЭНИ), предполагается использование большого числа автоматизированной аппаратуры, в том числе датчиков и регистрирующих приборов с микропроцессорными цифровыми преобразователями сигналов, объединяемых сетью интерфейсной связи с системой хранения и обработки экспериментальных данных на базе ЭВМ. К числу средств интерфейсной связи объектов измерений с системой обработки информации относятся упоминавшиеся ранее интерфейсы в стандарте КАМАК, реализуемые в виде набора стандартных плат (крейтов) и широко используемые во встраиваемом исполнении в научно-исследовательской аппаратуре. Более полными возможностями обладают интерфейсные системы, разрабатываемые на основе стандартов шин MULTIBUS, MULTIBUS-2, VME,Q-BUS и др., с помощью которых создаются высокопроизводительные системы сбора и обработки информации в САЭНИ.

Существенными особенностями САЭНИ являются уникальность решаемых с их помощью проблем и изменчивость задач и объектов исследований, нерегулярность режима эксплуатации, повышенные требования к точности и высокое быстродействие. Эти требования могут быть выполнены при модульном принципе построения системы, единых стандартах интерфейсов связи компонент системы и использовании достаточно мощных вычислительных средств (за рубежом в САЭНИ нашли широкое применение ЭВМ VAX-11 фирмы DEC, обладающие быстродействием 1,5—4,5 млн. оп/с).

Компания DEC разработала новую программную систему DATAPROBE для компьютеров VAX, которая позволяет ученым и инженерам работать с данными, полученными в результате экспериментов. Тщательно разработанный интерфейс с пользователем-непрограммистом обеспечивает легкость обращения и считывания больших массивов данных, отображение их на экране дисплея и проведение анализа. Для автоматизации обработки и анализа результатов экспериментов пользователь может ввести в систему собственные программы, написанные на языках ФОРТРАН, ПАСКАЛЬ, СИ.

Аналогичные системы создаются на промышленных предприятиях в рамках опытных производств для проведения испытаний опытных образцов создаваемых изделий и серийной продукции с целью их доработки и повышения качества.

Несколько иной характер носит использование средств ВТ и информатики при проведении теоретических фундаментальных исследований. При этом на ЭВМ различными методами математического моделирования осуществляется нахождение теоретических закономерностей и описывающих их зависимостей протекания неизученных процессов и явлений, которые невоспроизводимы в натурных моделях и полнота знаний о которых не может быть восполнена экспериментальными исследованиями. Такие вычислительные системы необходимы при изучении строения Земли, Мирового океана, космических объектов, объектов микромира и строения вещества, для прогнозирования климатических процессов, а также при расчетах, предваряющих сложные эксперименты — полеты космических аппаратов, эксперименты по созданию управляемых термоядерных реакций и т. д. Проведение многократной проверки различных гипотез и неопределенность огромного числа используемых параметров вынуждают строить сложные имитационные модели изучаемых объектов, требующих для проведения расчетов применения ЭВМ со сверхвысокой производительностью — супер-ЭВМ, чем вызваны интенсивные разработки в области создания этого класса машин.

За рубежом создано несколько типов супер-ЭВМ с рекордными параметрами производительности: в США — супер-ЭВМ ETA-10 с производительностью 2—3 млрд. скалярн. оп/с, супер-ЭВМ PHOENIX фирмы BURROUGHS с производительностью 10 млрд. векторн. оп/с; в Японии фирмой FUJITSU — супер-ЭВМ FACOM-VP-400 с производительностью 1,14 млрд. векторн. оп/с.

Развитие систем автоматизации научных исследований определяется, таким образом, структурой проводимых работ (экспериментальные, промышленные, теоретические), количеством и возможностями научно-исследовательских организаций и лабораторий, осуществляющих эти исследования. Неотложные потребности ускорения научно-технического прогресса требуют в перспективе создания в большей части НИИ и лабораторий САЭНИ и вычислительных систем теоретического моделирования.

Значительный прогресс в ближайшие годы будет достигнут в создании систем автоматизированного проектирования. В интенсификации развития этого направления основная заслуга по-прежнему принадлежит микропроцессорной технике, которая позволяет реализовать идею обеспечения возможности использования ВТ каждым инженером-проектировщиком и технологом. На основе средств МПТ в конце 70-х годов была создана достаточно компактная аппаратура, которая получила название рабочих станций, или АРМов инженеров. Рабочие станции предназначались для выполнения различных задач обработки информации, встречающихся в повседневной инженерной деятельности. Однако по мере накопления опыта использования и

распространения САПР определились их функциональный облик и место в процессах проектирования новых изделий и технологий.

Проектирование новых изделий выполняется в несколько стадий. Академиком В. И. Скурихиным и рядом зарубежных авторов предложено рассматривать проектирование как процесс, состоящий из 4-х этапов. На первом этапе проектирования (концептуальное проектирование) производится выбор общей функциональной структуры будущего изделия, его перспективных параметров в соответствии с потребностями народного хозяйства. На втором этапе проводятся разработка технического задания и общее проектирование на основе оценки возможностей реализации, комплектации, взаимосвязи компонент, надежности, формируются основные варианты проектных решений. На третьем этапе проводится детальное проектирование — выбор формы, расположения и параметров отдельных деталей, осуществляются моделирование и оценка правильности взаимодействия деталей, узлов и системы в целом, изготовляется проектная документация. Четвертым этапом проектирования является разработка технологии изготовления спроектированного изделия.

Комплексное проектирование с выполнением всех этапов работ проводится при создании принципиально новых образцов техники, составляющих в общем объеме продукции достаточно малый объем. Как показывает статистика, конструирование на 99% состоит из работ, выполняемых на третьем этапе проектирования. Это означает, что абсолютное большинство проектных организаций и бюро на промышленных предприятиях осуществляют проектирование на основе модернизации известных «пионерских» решений, использующих действительно новую функциональную структуру и новые принципы.

Автоматизация проектирования нацелена на обеспечение использования средств ВТ и информатики в любой организации в соответствии с тем объемом проектных работ, который она выполняет на каждом этапе проектирования и который, как показывает практика, постоянно возрастает. Комплексность применения средств ВТ требует создания САПР, которые должны носить характер комплексных систем, обеспечивающих решение задач проектирования на всех этапах работ в головных проектных организациях, а также реализации детального проектирования в большинстве проектных бюро и подразделений. Опыт применения САПР за рубежом подтверждает целесообразность такого подхода. Наряду с системами CAD, создаваемыми на базе ВТ самими пользователями, с конца 70-х годов многие фирмы — производители средств ВТ начали поставлять готовые к использованию системы CAD/CAM (COMPUTER AIDED DESIGN/COMPUTER AIDED MANUFECTURING компьютерное проектирование/компьютерное производство), обеспечивающие выполнение достаточно простого проектирования и подготовку программ для станков с ЧПУ на микро-ЭВМ системы.

Объем поставок систем CAD/CAM фирмами США возрос с 1978 до 1987 г в 10 раз, что соответствует 70% общего объема поставок этих систем в мире. В 1985 г. количество используемых систем в США составило 19 тыс., прогнозируется рост их парка до 190 тыс. к 1995 г.

Анализ использования систем CAD/CAM в странах Западной Европы и Японии показывает, что для выполнения наиболее распространенных задач проектирования пользователи широко используют готовые разработки фирм-производителей — «автоматизированное черчение» выполняется на 65% готовых разработок, «программирование ЧПУ» — почти на 100% поставляемых систем. Задачи комплексного проектирования выполняются редко — например, «проектирование ЭВМ» — на 25% систем, «автоматизированное планирование процессов» — на 5% систем.

Таким образом, в автоматизации проектирования новой продукции определились два направления: создание комплексных САПР и САПР модифицируемой продукции. Создание комплексных САПР требует использования средств ВТ, обеспечивающих проведение сложных расчетов, имитационного моделирования для анализа работы спроектированного изделия в различных условиях эксплуатации, оптимизации конструктивных решений, проведения структурно-функцио-

нального проектирования, поддержку и введение базы данных проектной документации (разработанных проектов, аналогов), а также различную обработку графической информации — чертежей, эскизов, графических моделей (в том числе движущихся). В перспективе вычислительные средства комплексной САПР должны поддерживать систему искусственного интеллекта, дополняющую опыт и знания проектировщиков, включая базу знаний и экспертную систему. Вычислительная система, способная реализовать такой объем функций, должна использовать ЭВМ глобального вычислительного ресурса (супер-ЭВМ или большой ЭВМ), ЭВМ поддержки базы данных и подключенных к ним рабочих станций или АРМов.

САПР модифицируемых изделий ввиду резкого уменьшения числа задач проектирования и объема вычислительных работ реализуется на ЭВМ локального ресурса (ЭВМ общего назначения), осуществляющей в основном поддержку базы данных, и на комплексе АРМов проектировщиков.

Основным назначением АРМов и рабочих станций являются конструирование изделий, моделирование его работы и оформление рабочей документации. Все эти виды работ связаны с обработкой графической информации, в связи с чем структура их программно-аппаратных средств ориентирована на выполнение таких функций, как вычерчивание чертежей, схем, планов, карт, построение изометрических, пространственных и движущихся изображений, разрезов, сечений и т. д.

Фирма TECTPONIX (США) серийно выпускает графическую рабочую станцию типа 14114А, к числу основных функций обработки графической информации которой относятся электронное увеличение изображения, панорамирование, сегментное масштабирование, вращение, изменение места положения, имеется участок для ведения диалога в текстовой форме.

Для высококачественного графического проектирования используются 32-разрядные мини- и персональные ЭВМ, оснащаемые широким набором устройств ввода-вывода графической и текстовой информации — цветными и монохромными графическими и алфавитно-цифровыми дисплеями, графопостроителями, принтерами, преобразователями, цифрователями и т. д.

Кстати, несколько ограничена возможность применения ПЭВМ в качестве АРМов конструкторского проектирования, так как за исключением нескольких моделей (новой серии PS-2 модели 50—80, PC-AT фирмы IBM, MAKINTOSH фирмы APPLE, США) они не обладают необходимыми объемами памяти и быстродействием для поддержания диалоговых скоростей обмена графики.

Во время проектирования постоянно возникает необходимость обмена информацией между отдельными конструкторами, разрабатывающими смежные детали и узлы изделий. Это требует использования специальных языков и программных средств передачи графической информации, а также создания системы обмена данными. Вот почему в последние годы определилась тенденция организации средств ВТ, используемых в САПР, в виде свободносвязанных вычислительных систем на базе локальных сетей. Это обеспечивает модульность структуры САПР, придает ей гибкость, но требует оснащения всех используемых средств ВТ (от супер-ЭВМ до периферийных устройств) аппаратно-программными средствами высокоскоростных локальных сетей.

На АРМах, использующих мини-ЭВМ и высокопроизводительные ПЭВМ, могут создаваться АС конструкторско-технологического проектирования, что дает возможность на них проектировать приспособления и оснастку для технологического оборудования, т. е. полностью автоматизировать технологическую подготовку производства, как это осуществляется в зарубежных системах CAD/CAM.

В отраслях отечественной промышленности в первую очередь создаются АСТПП, что обусловлено их высокой эффективностью: трудоемкость составления материальных спецификаций снижается примерно в 20 раз, почти в 30 раз уменьшается трудоемкость составления нормативных ведомостей, в 3 раза снижается трудоем-

кость составления подетальных спецификаций. Внедрение САПР конструкторско-технологического проектирования позволяет в 3—5 раз снизить трудоемкость конструкторских работ, почти вдвое сократить сроки разработки новой продукции.

В стране разработана и внедрена система КАПРИ — Комплексной автоматизации, проектирования, разработки и изготовления изделий машиностроительного профиля в опытных производствах НИИ и КБ, которая включает САПР новых изделий, АСТПП, систему организационно-экономического управления, диспетчерского оперативного управления производством и АСУТП производства деталей типа тел вращения и призматических деталей. Она создана на базе ЭВМ ЕС-1045, четырех АРМ-М, использующих ЭВМ СМ-4, шести АРМ-дисплеев 15ИЭ-00-013. В АСУТП применены встроенные микро-ЭВМ «Электроника-60», «Электроника-НЦ31» и станции диспетчерского управления «Электроника-МС 120 1.1». Все ЭВМ и АРМы включены в локальную сеть системы. Внедрение системы КАПРИ повысило производительность труда конструкторов и производственного персонала в 1,5—3 раза, технологов — в 2—4 раза.

Создана и успешно применяется САПР новых изделий СИМАК, ориентированная на разработку машиностроительных деталей. Закончены работы по первой очереди САПР «Металлорежущие станки».

Минприбором СССР разработаны АРМ SEKAPA-АВТОГРАФ (совместно с французской фирмой SEKAPA) и САПР QUEST-Минприбор (совместно с английской фирмой Quest). Последняя создана на базе ЭВМ СМ-1420 и рабочих станций QUEST (16-разрядные ПЭВМ APRICOT) и может применяться в различных отраслях машиностроения. Внедряются САПР и в отраслях строительства.

В дальнейшем САПР получат широкое применение в градостроительстве, архитектуре, химической и нефтехимической промышленности, легкой промышленности.

Оценки возможностей развития применения средств ВТ и информатики в научных исследованиях и проектировании показывают, что ближайшие 7—10 лет будут годами наиболее интенсивного внедрения АСНИ, САПР, АСТПП, что позволит создать прочную базу ускорения научно-технического прогресса в экономике страны.

Будущее АСУ: персональные ЭВМ, сети, интеграция

Основными задачами автоматизации организационно-экономического управления в перспективе являются:

— значительное повышение уровня охвата объектов во всех отраслях народного хозяйства (объектов автоматизации);

— ускорение процессов информирования работников сферы управления, повышение достоверности и своевременности обновления информации (плановой, учетной, распорядительной);

— обеспечение всех категорий работников во всех видах административной, хозяйственной и производственной деятельности объектов отраслей;

— внедрение новых информационных технологий в практику работы АСУ.

Статистика показывает, что в области создания АСУ в настоящее время наблюдается заметное снижение темпов развития. Практически затормозилось внедрение АСУ министерств и ведомств, упали вдвое темпы создания АСУ территориальных организаций и АСУ предприятий (АСУП). С одной стороны, это объясняется насыщением объектов народного хозяйства (объектов автоматизации) автоматизированными системами. Так, в основном все крупные предприятия (с числом занятых более 3 тыс. человек) имеют АСУПы.

С другой стороны, происходит эволюционная перестройка самих автоматизированных систем — появление новой техники, связанных с этим новых

возможностей и технологий обработки информации приводит к новой концепции построения АСУ. В ее основу закладываются принципы распределенной обработки информации, перенесения центра тяжести автоматизированной обработки информации в область задач оперативного информационного обеспечения лиц, принимающих решения, и интеграции функциональных подсистем АСУ и отдельных автоматизированных систем.

Традиционный подход к построению АСУ на базе организуемого вычислительного центра (ВЦ) был прежде всего связан с возможностью использования для этой цели больших и средних по производительности ЭВМ, требующих для своего обслуживания специально подготовленного персонала.

Даже первый опыт создания на базе ПЭВМ АРМов работников аппарата управления и перевода на них решения задач бухгалтерского и финансового учета показывает более чем 10-кратное снижение затрат на обработку информации по сравнению с обработкой информации на больших ЭВМ.

Уже в двенадцатой пятилетке многие десятки тысяч ПЭВМ будут использованы на предприятиях и в организациях отраслей народного хозяйства для создания АРМов работников аппарата управления.

Только в 1985 г. в США затраты на внедрение ПЭВМ составили около 33% общего объема вложений на автоматизацию сферы делового и управленческого труда. Общая стоимость установленных ПЭВМ в конторах и сфере делового управления США достигла к этому времени 9,9 млрд. долл.

Внедрение ПЭВМ для решения задач организационного и хозяйственного управления еще не является полной альтернативой созданию АСУ, так как не исключает бумажный документооборот на объекте внедрения. Реальной основой решения проблемы развития АСУ на основе новых информационных технологий становятся локальные сети ПЭВМ, оснащение которых соответствующими программно-аппаратными средствами дает возможность создавать законченные системы, известные за рубежом как «электронные конторы».

В настоящее время количество ежегодно поставляемых комплектов локальных сетей в мире приблизилось к 20 тыс. В США около 65% комплектов локальных сетей устанавливается в офисах и конторах. Применение стандартных программно-аппаратных средств локальных сетей (сетей по стандартам ETHERNET, KEMBRIGE RING) и ПЭВМ дает возможность широко внедрять новые информационные технологии — по данным зарубежных фирм — разработчиков оборудования «электронных контор» удается автоматизированно реализовать свыше 30 функций обработки деловой информации, канцелярских работ, делопроизводства и информационного обмена.

Обмен информацией в локальной сети ПЭВМ в режиме «электронной почты» значительно сокращает сроки обращения документов в АСУ, позволяет упростить и упорядочить контроль исполнения в системе управления объектом. Применение в сфере организационно - экономического управления локальных сетей ПЭВМ дает возможность гибко распределять информацию в соответствии со структурой документооборота, повысить достоверность деловой информации, информированность работников аппарата управления и обоснованность принятия ими решений. Внедрение автоматизированных систем, подобных зарубежным «электронным конторам» и предполагающих применение «безбумажных» технологий, дает возможность решать до 80% всех задач АСУ на основе типовых пакетов программ с параметрической настройкой.

С помощью средств новых информационных технологий — ПЭВМ и локальных сетей в отраслях непромышленной сферы и производственной инфраструктуры должен создаваться новый тип АСУ — информационные системы оперативного диспетчерского управления, которые ориентированы на сбор информации, информирование лиц, принимающих решения и передачу распорядительной информации в большей степени, чем на оптимизацию планирования. Относительно малый уровень затрат (по сравнению с затратами на ВЦ) дает возможность успешно внедрять технику «электронных контор» на средних и малых промышленных предприятиях,

что экономически нереализуемо для традиционных АСУ.

Применение распределенной обработки информации на основе локальных сетей ПЭВМ является также основой совершенствования существующих АСУ, базирующихся на вычислительных системах и комплексах, организуемых в виде вычислительных центров (ВЦ). Распределенная обработка разгружает ЭВМ ВЦ АСУ от большого числа фоновых задач обработки информации, что позволяет их использовать для создания интегрированных банков данных основной нормативной и планово-отчетной информации, общей для всей АСУ.

Для создания АС организационно-экономического управления понадобятся ЭВМ общего назначения — большие и средние ЭВМ, мини-ЭВМ высокой производительности и массового применения. Их назначением является решение задач АСУ большой размерности, поддержка банков данных, интегрирующих плановую, нормативную и учетную информацию о хозяйственной деятельности объекта управления.

Создание программно-аппаратных средств включения универсальных ЭВМ разных классов в локальные сети ПЭВМ позволит перейти к разработке наиболее развитых АС организационно-экономического управления на более крупных объектах автоматизации. В таких АС достигается наиболее эффективное разделение функций обработки и хранения информации — универсальные ЭВМ обеспечивают управление и ведение базы данных общего пользования, решение отдельных наиболее высокоразмерных задач. ПЭВМ как АРМы управленцев обеспечивают основную часть местной обработки и хранения данных и обмен данными с другими ПЭВМ и универсальной ЭВМ через локальную сеть.

К одной из важных задач развития информатики в области автоматизации организационно-экономического управления относится обеспечение массового выпуска персональных ЭВМ, оснащенных интерфейсными адаптерами для включения их в стандартные локальные сети.

Концепция создания АСУ с распределенной структурой программно-технических средств обработки и хранения информации при обмене данными взаимодействующих подсистем находит свое полное воплощение в интегрированных АСУ (ИАСУ). Развиваются два направления ИАСУ: создание интегрированных отраслевых и территориальных АСУ и создание ИАСУ предприятий.

Как показывает статистика, при больших затратах на создание ИАСУП уровень эффективности этих систем по сравнению с традиционными АСУП существенно выше. В ИАСУП создается возможность быстрой перестройки на создание и производство новых видов и модификаций продукции и организации всего предприятия как гибкого автоматизированного. При этом АС организационно-экономического управления начинает все в большем объеме решать задачи перспективного планирования развития производства, планирования материально-технического снабжения и сбыта продукции, контроля и учета выполнения договоров и финансовых обязательств, что в условиях хозяйственного расчета является наиболее важным. Указанные факторы послужили причиной увеличения количества внедренных за последние пять лет ИАСУП в 3 раза.

Информационный мир дома и вне дома

На одной из недавно прошедших международных выставок, где демонстрировались достижения в производстве средств ВТ и возможности их разнообразного использования, японскими представителями была показана «квартира будущего», в которой практически не требовалось хозяйке стирать, гладить, готовить еду, ходить по магазинам... Все обязанности по уходу за домом выполняла микропроцессорная техника, которой была буквально напичкана вся квартира. Все известные и неизвестные современному человеку бытовые приборы, машины, ав-

томаты имели встроенные микропроцессорные АС, управляемые от бытовой ПЭВМ. С помощью этой же персональной машины не выходя из дома можно было просмотреть рекламу товаров в магазинах и выбрать нужные, оформить и оплатить покупки, заказать их доставку. ПЭВМ включала в желаемое время видеомагнитофон, приемник или телевизор, задав определенную программу передачи, или развлекала хозяев интеллектуальными играми и выполняла еще массу полезных дел, освободиться от которых мечтает каждая современная хозяйка.

Статистика подсчитала, что ежедневно городская женщина тратит только на хождение по магазинам и покупки около 1,5 ч, а на встречи с друзьями, развлечения, посещения кино и театров — не более 15 мин.

Поэтому демонстрация японской «квартиры XXI века» является не только показом возможностей применения ВТ и информатики в повседневной жизни в сфере обслуживания населения и в быту, но представляет пути решения важнейших социальных задач: высвобождения свободного времени населения, сокращения и исключения ручного труда в быту, повышения информированности и культурного уровня досуга населения.

В этой области применения средств ВТ, МПТ, АС и информатики определились три основных направления.

— использование ВТ и МПТ для автоматизации оборудования и технологий в отраслях, обслуживающих население;

— использование средств МПТ для систем управления и регулирования бытовых электронных и электромеханических приборов.

— создание систем массового информационного обслуживания населения.

Одними из наиболее массовых по масштабам применения направлений являются разработка и создание микропроцессорных АС управления, регулирования, контроля и диагностики оборудования, используемого в технологических процессах в сфере обслуживания населения — в медицинской практике, розничной торговле и общественном питании, общественном транспорте и т. д.

Другим направлением широкого применения средств МПТ является автоматизация регулирования и управления бытовыми электронными и электротехническими приборами и машинами. Создание таких АС основывается на использовании встраиваемых средств МПТ программно-логического управления и бытовых ПЭВМ.

В Венгрии рассматривается возможность массового использования населением личных пластмассовых карт с запоминающим устройством на основе микропроцессора. Карта, размерами не превосходящая карманный блокнот, имеет микропроцессор с набором стандартных программ обработки данных и ЗУ емкостью 4—32 Кбит, на которой фиксируются постоянные, личные и переменные данные. ЗУ защищено от излучения маской. Для считывания и ввода новых данных используются домашние и специальные терминалы, снабженные стандартным средством подключения карты. С учетом возможности хранения на карте недоступных постороннему данных насчитывается свыше 40 видов применения карт, из которых наиболее употребительные: электронный телефонный справочник, медицинская амбулаторная карта, зарплатно-пенсионная карта, паспорт, средство оплаты покупок, проезда на такси и т. д.

Наконец, широкое распространение должны получить автоматизированные системы информационного обслуживания населения. Имеется в виду развитие действующих и вновь создаваемых автоматизированных систем предварительного заказа билетов на транспорт, зрелищные, культурно-массовые мероприятия, систем обработки результатов общественного мнения, рекомендательных систем брачного клиринга, систем распространения информации об общественной, внешне- и внутриполитической жизни в форме «телегазет», систем теледоступа к банкам данных и фондам библиотек и автоматизированных обучающих систем и т. д. Реализация таких систем информационного обслуживания населения основывается на широком использовании больших ЭВМ, обеспечивающих поддержку и управление базами данных большого объема при обеспечении мультидоступа к ним с терминалов и персональных ЭВМ.

Информационные технологии — путь к информатизации общества

Большинство из перечисленных выше направлений развития применения ВТ и информатики ориентировано на использование новых информационных технологий.

Под информационной технологией понимается заданная последовательность операций сбора, ввода, передачи, хранения, упорядочивания, сортировки, поиска, обработки, преобразования, отображения и распределения информации, производимая в автоматизированной или информационной системе на основе использования ресурсов программно-аппаратных средств ВТ, МПТ и средств передачи данных и выбираемая пользователем при реализации в своей деятельности конкретной прикладной задачи или функции. Новые информационные технологии предполагают использование средств и методов искусственного интеллекта при обработке информации.

Создание и внедрение информационных технологий ориентированы на учет конкретно существующих условий использования информации конечными пользователями-непрограммистами: удаленности пользователей от источников информации, множественности и независимости доступа пользователей к информации, необходимости преобразования информации к форме, близкой к естественной, и т. д.

Характерными особенностями новых информационных технологий являются:

— обработка информации в темпе ее поступления, создание автоматизированных информационных систем реального времени;

— устранение пространственных «барьеров» доступа к информации путем создания региональных и локальных сетей;

— возможность обработки различной по характеру информации (текстовой, графической, сенсорной, речевой, визуальной и т. д.) непосредственно в местах ее возникновения;

— отображение и архивирование информации на рабочих местах конечных пользователей в виде, наиболее удобном для ее использования;

— ликвидация временных и организационных «барьеров» доступа к имеющейся информации за счет создания местных (на рабочих местах конечных пользователей) баз и архивов данных.

В связи с этим в создании большого числа перспективных АС, реализующих новые информационные технологии, начинают уделять основное внимание процессам местной обработки информации, процессам сбора и передачи, взаимного обмена информацией источниками информации, ЭВМ и конечными пользователями, что должно привести к децентрализации обработки и хранения информации и созданию преимущественно АС с распределенной архитектурой.

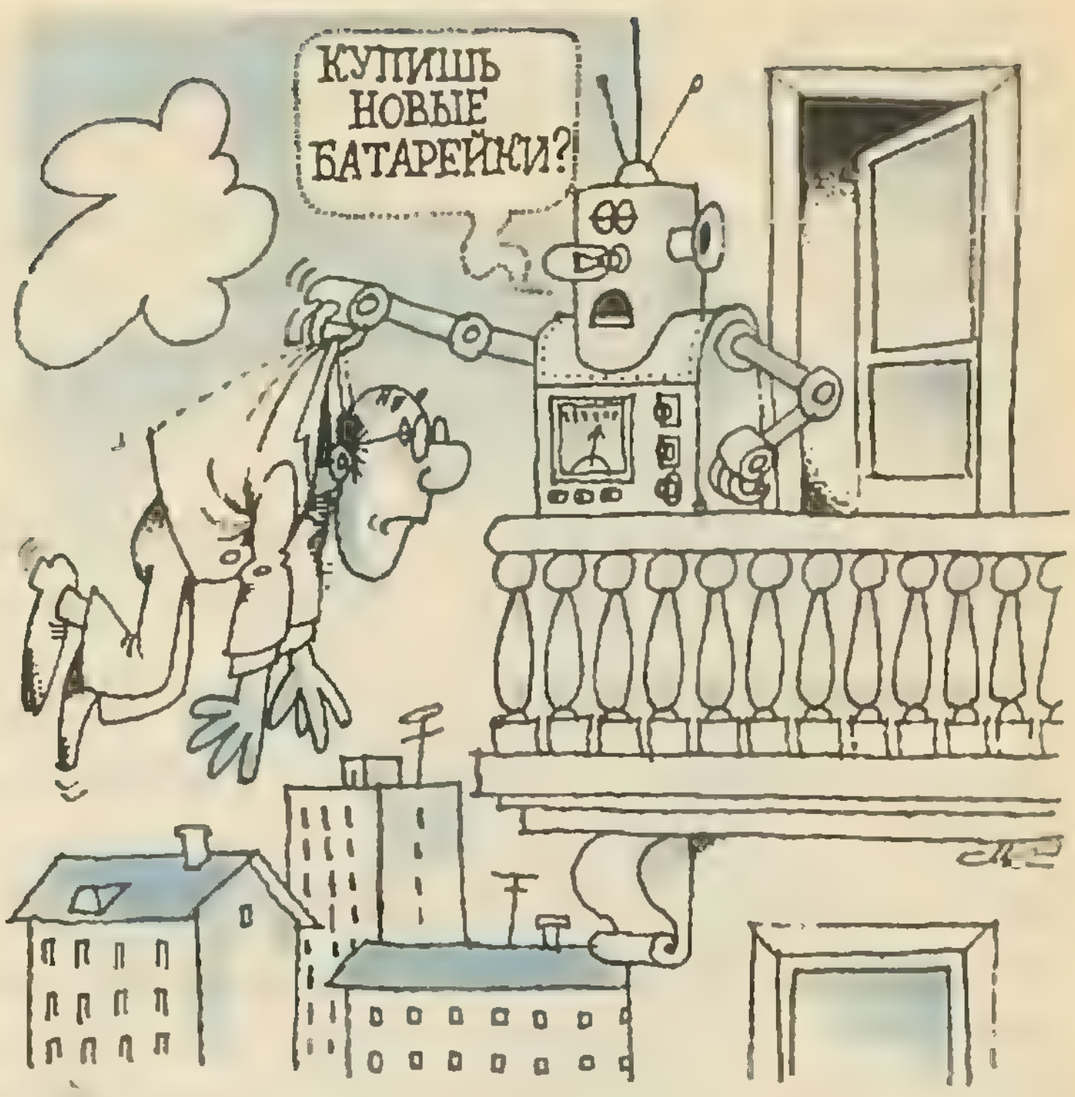
К перспективным информационным технологиям относятся:

— создание систем информирования специалистов различного профиля при обеспечении доступа с их АРМов на базе ПЭВМ или микро-ЭВМ через региональные сети к тематическим и специализированным банкам данных и базам знаний;

— создание систем информирования населения через сети телевидения и интегрированные цифровые сети связи по системам ТЕЛЕТЕКС или ВИДЕОТЕКС с использованием бытовых ПЭВМ и бытовой электроники (телевизоров, видеомагнитофонов);

— получение возможности дистанционного медицинского диагностирования на основе систем передачи данных о состоянии больных в диагностический центр, оснащаемый экспертной системой, и т. д.

Информационные технологии девальвируют рутинную интеллектуальную работу, поднимая роль фундаментального уровня обработки информации — интерпретации и понимания, они приводят к изменению структуры трудовых ресурсов общества и необходимости повышения доли высококвалифицированных специалистов во всех профессиональных группах.

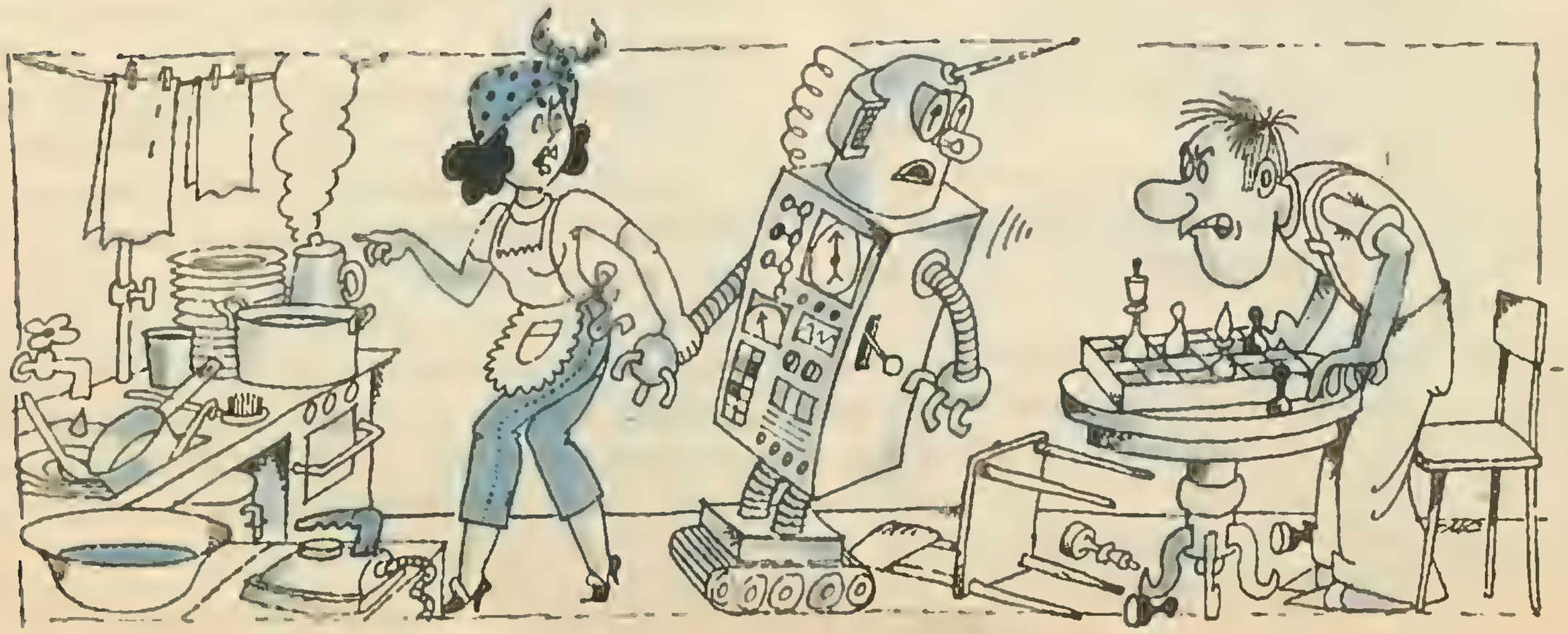


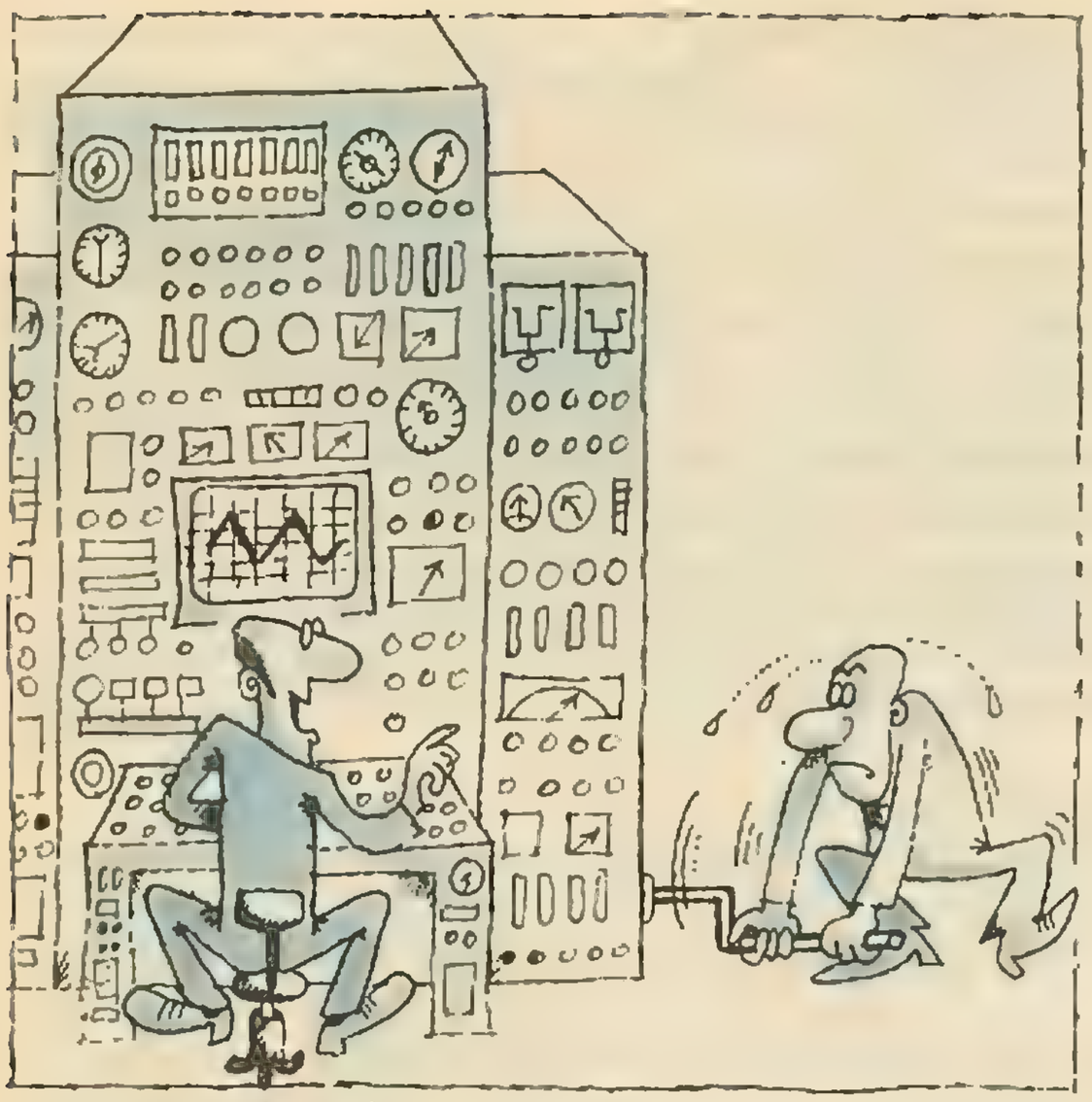
НЕЙРОКОМПЬЮТЕР КОМПАНИИ «ФУДЗИЦУ»

Газета «Известия» (от 6 января 1988 г.) со ссылкой на публикацию в японской газете «Нихон кэйдзай» сообщает: одна из крупнейших в стране электротехнических компаний «Фудзицу» впервые в истории разработала технологию так называемого нейрокомпьютера, « функционирующего как человеческий мозг». По существу, это означает качественно новый этап в развитии компьютерной техники даже по сравнению с машинами пятого поколения, существующими пока еще только в чертежах. Что же представляет собой достижение «Фудзицу»?

Ответ дает специалист фирмы господин Моригути.

— Объем памяти, скорость операций и прочие характеристики нынешних компьютеров могут разительно отличаться. Однако основным ключом к каждому компьютеру была и остается программа, заложенная в него человеком. Мы поставили перед собой задачу иную — научить компьютер думать самостоятельно и действовать автономно. А чтобы достичь этой цели, взяли за основу принципы работы человеческого мозга. Наша разработка, о которой идет речь, является, по существу, первым прототипом биокомпьютера, т. е. такой машины, которая





Не части, Федя!

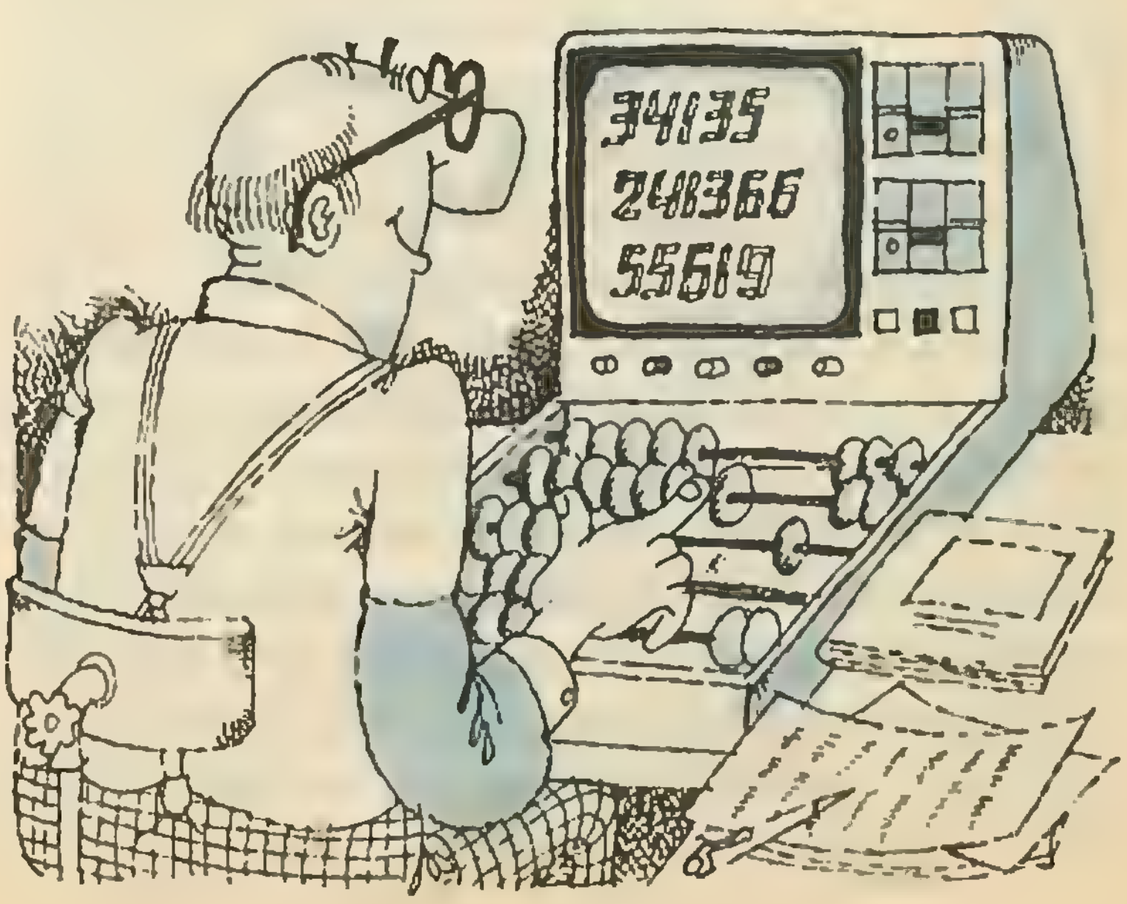
сочетает в себе биотехнологию с электроникой.

Центральным элементом мозга выступает нейроклетка, впитывающая в себя, как губка, разнообразную информацию. Роль такой клетки играют особые полупроводники, которые мы назвали «нейрочипами». В мозгу человека функционирует около 14 млрд. нейроклеток, а нейрокомпьютер «Фудзицу» по своим возможностям можно приравнять к 100 тыс. Разрыв колоссальный. Но стоит отметить, что ныне существующие суперкомпьютеры выполняют операции в объемах всего лишь шести мозговых клеток, так что наше достижение — не просто шаг вперед, а скачок в истории электронной техники.

Пока нам удалось создать комплекс технологической документации, математического обеспечения, схему работы, рабочие параметры и т. д. Через 2—3 года на его основе будет собрана уже действующая модель новой машины. Будущий компьютерный мозг можно сравнить с мозгом ребенка — его многому нужно будет научить. Но после полученной дозы информации нейрокомпьютер уже не будет нуждаться в постоянных подсказках и указаниях — он сам станет анализировать поступающую по собственным «клеткам» информацию, оценивать ее результаты, высчитывать варианты возможных действий и выбирать из множества оптимальный.

Что и говорить, перспектива захватывающая. Но прежде чем поставить точку, надо, наверное, упомянуть, что, помимо исследовательского азарта специалистов, «Фудзицу» подхлестывают в работе над новым компьютером и сугубо земные факторы, прежде всего острейшее соперничество с американским компьютерным гигантом — корпорацией IBM.

Работы над нейрокомпьютером велись в строжайшей тайне, упрятанные за бетонными корпусами заводского комплекса в г. Кавасаки. И только тогда, когда компания уверилась в удаче, первая информация об ЭВМ шестого поколения просочилась в прессу.



Ю. П. ЛАПШИН,
Г. В. КРАСОВСКИЙ

ИНФОРМАЦИОННАЯ ИНДУСТРИЯ В НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОМ ПРОГРЕССЕ ОБЩЕСТВА

Электронизация, информатизация, компьютеризация, автоматизация на базе микроэлектроники — широко используемые в последнее время в экономической и научно-технической литературе термины имеют, по нашему мнению, близкое содержание, связанное с созданием и все более широким (в перспективе повсеместным) использованием в народном хозяйстве новых автоматизированных информационных технологий. Компьютеризация может быть определена как процесс системного применения для автоматизации обработки информации программных, технических, информационных средств, сопровождающийся интеграцией этих средств с автоматизируемыми технологическими процессами.

Несколько более общими понятиями являются электронизация и информатизация, по-разному акцентирующие внимание: первая — на физических основах методов и средств, используемых для автоматизации обработки данных, вторая — на результатах этой обработки.

Особенности развития социалистического общества, его место и роль в жизни цивилизации тесно связаны с теми революционными преобразованиями, которые сегодня происходят в нашей стране. Суть их заключается в ускорении развития социалистического общества путем реализации достижений научно-технического прогресса и коренного преобразования на этой основе производственного аппарата страны в сочетании с широким развитием демократии во всех сферах жизни.

Исходя из этого, наша экономическая политика строится на основе приоритетного развития тех отраслей народного хозяйства, продукция которых является стержнем интенсификации экономики, катализатором научно-технического прогресса, прежде всего отраслей, участвующих в создании и развитии информационной технологии, — пожалуй, одного из важнейших факторов преобразования всех сторон жизни развитого общества.

Объективное стремление добиться высоких экономических результатов развития народного хозяйства на основе его электронизации и компьютеризации требует сбалансированного развития отраслей, производящих средства микроэлектроники, вычислительной техники, средства связи, носители информации, вспомогательное и дополнительное оборудование (датчики, приборы, исполнительные механизмы и др.).

Основными направлениями экономического и социального развития СССР на период до 2000 года намечена Комплексная программа развития всей информационной техники, предусматривающая повышение ее надежности, разработку современных высокопроизводительных ЭВМ различных классов, массовое производство персональных компьютеров, создание интегрированных банков данных, сетей передачи информации.

Эти процессы не только затрагивают все народное хозяйство СССР, обеспечивая возможность его перестройки на качественно новой основе и придавая мощный импульс научно-техническому прогрессу, но и выходят за национальные рамки, требуя интеграции ресурсов ряда стран.

Комплексная программа научно-технического прогресса стран — членов СЭВ до 2000 года рассматривает электронизацию и комплексную автоматизацию как наиболее приоритетные направления сотрудничества, охватывающего широкий спектр деятельности от разработок новых поколений сверхскоростных интегральных схем и супер-ЭВМ с быстродействием свыше 10 млрд. операций в секунду до создания Единой автоматизированной

системы передачи информации на основе использования высокоскоростных световодных и спутниковых линий связи.

Сотни тысяч больших ЭВМ, десятки миллионов микро-и мини-ЭВМ, объединенных в десятки тысяч вычислительных сетей, их техническое обслуживание и программное сопровождение вместе с индустрией, производящей ЭВМ и программные средства, образуют новый крупнейший сектор экономики.

В США этот сектор уже в 1984 г. вышел на третье место (после нефтяной и автомобильной промышленности) по валовому объему продаж, который достиг 150 млрд. долл. и ежегодно возрастает на 15—17%[1].

Вместе с тем развитие различных секторов информационной индустрии США происходит неравномерно[2]. На стабильно высоком уровне держится спрос на программное обеспечение (ежегодный прирост 21—25%) и персональные микро-ЭВМ (ежегодный прирост 34%). Объем продажи интегральных схем в США увеличивается ежегодно более чем на 20%, причем особенно быстро растет спрос на новые перспективные интегральные схемы (ежегодный рост 30% и более). Быстро растет рынок сбыта супер-ЭВМ.

Анализ причин, препятствующих интенсификации науки и техники и замедляющих реализацию научно-технических нововведений, позволяет сделать вывод, что как промышленность, так и наука испытывает острый дефицит в своевременной и качественно новой информации, ибо научно-техническая информация быстро стареет морально при возрастающих затратах на ее получение. Однако экономические потери — это еще не самое главное. Отсутствие в достаточном количестве вычислительной техники, автоматизированных приборов и установок ставит в настоящее время предел получению качественно новых знаний.

Автоматизация информационной деятельности, масштабы и разнообразие которой быстро растут, обеспечивается созданием и применением новых индустриальных (машинных) информационных технологий, содержащих широкий спектр устройств и методов для манипулирования данными вне человеческого мозга. Основными элементами в информационных технологиях являются ЭВМ (компьютеры) и их периферийные устройства, программное обеспечение, средства связи (от телефонных сетей до спутниковых каналов связи).

Важнейшей особенностью развития информационных технологий на современном этапе является доступность ЭВМ всех классов для использования широкими массами непрограммирующих специалистов (инженеров, технологов, научных работников, управленцев и др.). В новых условиях им обеспечивается прямой доступ к ЭВМ без посредников (математиков, программистов, информационных работников).

Наш и мировой опыт показывает, что эффективное развитие информационных технологий оправдано лишь в условиях мощного развития микроэлектроники и средств программного обеспечения, важнейших составляющих этих технологий. Применение микроэлектроники не только революционизирует сферы экономики, но и определяет уровень развития страны в целом.

Дешевые универсальные микропроцессоры, благодаря которым стало возможным создание и массовое использование микро-ЭВМ, позволили существенно расширить области применения информационных технологий от научных исследований и производства до школы и детского сада.

Дальнейший прогресс в развитии информационных технологий, в их повсеместном распространении связан, во-первых, с дальнейшим расширением возможностей микропроцессоров при незначительном повышении их стоимости, что дает кардинальное совершенствование технологии разработки и изготовления сверхбольших интегральных схем (СБИС) переход к массовому их производству. Во-вторых, с необходимостью резкого повышения производительности труда программистов и снижения стоимости разработки типовых программных

---

[1] См: «США — экономика, политика, идеология». 1987. — № 2. — С. 94.

[2] См.: «США — экономика, политика, идеология». — 1987. — № 11. — С. 78—84.

средств для микро-ЭВМ. Один из наиболее многообещающих путей решения этих вопросов связан с использованием методов и технологии автоматизированного проектирования микропроцессорных СБИС для создания специализированных СБИС («СБИС-алгоритмов»), выполняющих многие традиционно-программные функции (обработка текста, формирование графических изображений, распознавание образов и др.)

Невозможно переоценить роль информации в преобразовании производительных сил общества, в совершенствовании самого человека. Стремительное развитие средств автоматизации обработки информации многократно усилило это воздействие. Трудно представить полный объем возможных изменений, тем более что сегодня на повестку дня поставлена задача создания искуственного интеллекта и в этом направлении ведутся активные инженерные разработки.

Появление в ряде областей деятельности человека экспертных систем — первый шаг на пути решения этой грандиозной проблемы.

Основными перспективными тенденциями в развитии процессов электронизации и компьютеризации народного хозяйства являются:

— интеграция средств микроэлектроники, используемых для обработки информации, с оборудованием, машинами и приборами, улучшающая их технико-экономические характеристики и приводящая к качественно новому уровню их использования;

— системное применение средств ВТ и программных средств в виде программно-технических комплексов, обеспечивающих создание автоматизированных рабочих мест (АРМ), их интеграцию в локальные сети в пределах предприятий, учреждений;

— массовое создание АРМ на базе микро-ЭВМ;

— усложнение научных задач, требующее резкого увеличения производительности ЭВМ, следствием чего является необходимость применения супер-ЭВМ;

— развитие автоматизированных банков данных, являющихся неотъемлемым элементом информационной инфраструктуры народного хозяйства и основой его компьютеризации;

— интеграция средств ВТ и банков данных в глобальные сети отраслевого, регионального и национального масштаба;

— усложнение и качественное изменение информационных процессов, приводящие к созданию новых поколений технических и программных средств, наделенных чертами «искусственного интеллекта» (экспертные системы) и др.

— широкое распространение микроэлектроники в быту, способствующее экономии свободного времени, интеллектуализации досуга и повышению компьютерной грамотности населения.

Заданные темпы развития экономики, высокие требования к росту производительности труда, снижение энерго- и материалоемкости производства и повышение качества продукции обусловливают необходимость широкого применения новейших достижений науки и технологии, сокращения сроков разработки новых изделий, процессов и материалов, качественного преобразования научно-производственного потенциала страны на основе комплексной автоматизации всего цикла «наука—проектирование — производство», а также процессов управления и подготовки кадров.

Микроэлектроника, вычислительная техника, приборостроение оказывают решающее воздействие на эффективность использования средств труда в народном хозяйстве. Без них практически невозможно создание и освоение в производстве техники и технологии новых поколений, позволяющих многократно повысить производительность труда, существенно снизить расходы материальных и энергетических ресурсов. Поэтому во главу угла развития электронизации и компьютеризации должна быть поставлена экономическая результативность этих процессов, зависящая от масштабов автоматизации обработки информации в различных сферах экономики,

качества и надежности технических и программных средств, комплексности обеспечения необходимыми ресурсами (материальными, финансовыми, трудовыми, программными).

Слабая оснащенность автоматизированными средствами труда ученых, конструкторов, технологов, экономистов не позволяет поднять производительность и эффективность труда этих работников, что становится фактором существенной несбалансированности трудовых ресурсов (так, только в сфере управления у нас занято около 18 млн. человек, т. е. один управленческий работник приходится на 7 человек работающих [1]). Следствием этого является не только нарушение пропорций и сдерживание темпов развития народного хозяйства (отставание социальной сферы, недостаточно высокие темпы роста производства, прогрессивных наукоемких видов продукции и др.), но и сохранение условий, способствующих выживанию социальных факторов торможения НТП, действующих в сферах науки, проектирования, управления и обусловленных слабым распространением здесь индустриальных информационных технологий, многократно усиливающих возможности человека.

Одна из характерных черт научно-технического прогресса связана с появлением систем оборудования с расширенными функциональными возможностями и более высокими эксплуатационными характеристиками. Все это усложняет конструкцию и технологию изготовления современной продукции и предопределяет широкое распространение САПР, ранее использовавшихся лишь для особо сложных изделий и объектов.

Важнейшие преимущества автоматизированного проектирования связаны с сокращением трудоемкости и сроков проектирования, с повышением качества проектов за счет сокращения ошибок и многовариантной проработки проектных решений. Поэтому САПР должны быть на вооружении каждого передового предприятия.

В двенадцатой пятилетке в министерствах, объединениях и на предприятиях на автоматизированных рабочих местэх будут работать 160 тыс. человек. Системами автоматизации проектирования будут обеспечены свыше 140 тыс. конструкторов, технологов, проектировщиков [1].

Современные средства автоматизированного проектирования обеспечивают выполнение функций, занимающих сегодня до 90 % рабочего времени конструкторов и технологов [2], в том числе помогают разработчику, снабжая его всей необходимой информацией, быстро выполняя трудоемкие расчеты, оформляя графически и в виде текста найденные проектные решения, но сами эти решения автоматически не генерируются. И в этом смысле средства САПР не могут рассматриваться как главный инструмент процесса проектирования.

Научно-технический прогресс на современном этапе его развития выдвинул на первый план наравне с вопросами повышения производительности живого труда и экономии материальных ресурсов задачи сокращения сроков обновления продукции, улучшения ее качества, повышения рентабельности изготовления продукции малыми сериями. В связи с этим потребовалась иная техника — станки с числовым программным управлением (ЧПУ) [3], роботизированные комплексы, гибкие производственные линии. Другим необходимым условием стало создание интегрированных комплексно-автоматизированных производ-

---

[1] См.: Социалистическая индустрия. — 1987. — 10 февраля.

[1] См.: Плановое хозяйство. — 1986. — № 5. — С. 13.

[2] См.: Коммунист. — 1986. — № 6. — С. 96.

[3] Станки с ЧПУ — важнейший компонент гибкого автоматизированного производства. 40% парка станков с ЧПУ находится в Японии, которая расходует на автоматизацию в промышленности в 2 раза больше, чем США или страны Западной Европы. Эффективность использования станков с ЧПУ в Японии составляет 2,5 против 1,5 в США. На японских предприятиях в 5 раз больше специалистов и в 4 раза больше операторов, обученных работе с автоматизированным оборудованием, 40% работающих на станках с ЧПУ имеют высшее образование, в то время как в США — лишь 8%.

ственных систем. Такие системы обеспечивают сквозную автоматизацию всего цикла «исследование — проектирование — техническая подготовка — производство» на основе общей информационной базы. Они с помощью локальных вычислительных сетей связывают в единое целое автоматизируемые технологии.

Создание таких систем представляет собой долговременную стратегическую цель, достижение которой связано с решением комплекса задач по разработке и внедрению отдельных компонентов системы, и их интеграцию. В этой области открываются широкие возможности для научно-технического сотрудничества стран с производственной кооперацией.

В СССР удельный вес машин и оборудования, оснащенных микроэлектронными средствами управления, возрастет в общем объеме выпуска продукции машиностроения с 5% в 1985 г. до 27—32% в 1990 г., а по ряду важнейших видов продукции — до 70%[1].

Создание на базе такого оборудования гибких автоматизированных производственных систем (ГПС), интеграция их с системами автоматизированного проектирования и организационно-экономического управления вызывают перестройку производства на качественно новой основе, обеспечивая достижение высоких технико-экономических показателей.

Ускоренное развитие автоматизированных средств труда, осуществляемое на основе широкого применения микроэлектроники, другой вычислительной информационной техники, создаваемой на микроэлектронной базе, является определяющим признаком современной научно-технической революции. Традиционные формы автоматизации машин, приборов, оборудования, их интеграция в технологические комплексы основаны на преимущественно физическом (материально-энергетическом) взаимодействии между элементами комплексов. Рост числа элементов и возрастающая сложность управления комплексами снижали надежность их функционирования, приводили к значительным затратам на создание. Поэтому стало необходимым дополнить «старый» тип взаимодействия новым (нефизическим), что существенно расширило информационные взаимосвязи, обеспечиваемые микроэлектронными средствами управления.

Таким образом, развитие автоматизации повышает роль информационной техники в производстве. Встраивание программно-управляемых микропроцессорных средств в разнообразные машины, приборы, устройства производственного назначения (станок, испытательный стенд и др.), впрочем, так же, как и бытового (автомобиль, электроприбор, радиоаппаратура), обеспечивает снижение расхода энергии и материалов, расширяет функциональные возможности, т. е. повышается экономичность и гибкость использования изделий с микроэлектроникой.

Автоматизация сферы производства на базе использования микропроцессорной и вычислительной техники позволяет не только повысить технический уровень производства, эффективность использования оборудования, но и внести существенный вклад в решение вопросов ресурсосбережения.

По данным ГДР, экономия сырья и материалов в технологических процессах, использующих микроэлектронные средства управления, составляет в тяжелом и транспортном машиностроении 10—18%, в строительстве, на транспорте и связи — 5—10, в отраслях добывающей промышленности экономии сырья и материалов 3—8%.

Идея гибкого автоматизированного производства (ГАП) родилась с целью устранения недостатков обычного «жесткого» производства, которое не имеет себе равных по экономичности при выпуске изделий крупными партиями. Гибкие же производственные системы (ГПС) ориентированы как раз на изготовление значительного ассортимента изделий при выпуске их партиями переменного объема, обеспечивая одновременно требуемую рентабельность при правильной (не менее чем в две смены) их эксплуатации.

---

[1] См.: Ускорение научно-технического прогресса — основа интенсификации / Под ред. Г. А. Краюхина. — 2-е изд., доп. и дораб. — М: Экономика, 1987. — С. 37.

Сегодня 3/4 продукции машиностроения представлено в мелкосерийном производстве, при этом 75% всех мелкосерийных изделий изготавливается небольшими партиями (50 шт. и менее). Таким образом, около 60% продукции машиностроения является идеальным объектом для гибкой автоматизации.

Согласно исследованиям, выполненным Европейской экономической комиссией ООН, потенциальные возможности ГПС по сравнению с обычными системами характеризуются следующим образом: затраты на рабочую силу сокращаются более чем на 30%, на материалы — на 13—15%, материальные запасы и незавершенное производство — более чем на 50, сроки освоения новой продукции — на 40, количество станков — в 5—6 раз, площади производственных помещений — более чем на 50%, общие производственные затраты — на 14—27%. При этом условно-чистая прибыль увеличивается на 112—310%[1].

Первый этап гибкой автоматизации на базе использования микропроцессорной и вычислительной техники начал осуществляться в мире в 70-е годы в условиях относительно невысоких требований к ассортименту продукции. Поэтому целевая направленность данного этапа автоматизации, обусловившая основные технические решения, предусматривала преимущественное сокращение доли живого труда, и вместе с тем недостаточное внимание уделялось гибкости (технологической перестраиваемости) автоматизированного производства. Такая ориентация автоматизации снижала ее экономическую эффективность, поскольку создание автоматизированных производств и разработка соответствующих технологий требуют значительных капитальных вложений и затрат на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы.

Последующие этапы развития характеризовались резким повышением гибкости автоматизированного производства за счет применения роботов и сети управляющих микро-ЭВМ. Преобразуется технологическая база производства: автоматизация обеспечивает оптимум потребности энергии и материалов, размеры заготовок все более приближаются к размерам готовых изделий.

Появляются новые средства и методы в области транспортировки материалов.

Гибкая автоматизация осуществляется на четырех основных уровнях. Первый (нижний) — гибкий производственный модуль (ГПМ) — представляет собой единицу автоматизированного обрудования с ЧПУ, оснащенную устройствами подачи и замены инструмента, роботизированными механизмами, обеспечивающими загрузку заготовок и удаление обработанных деталей и отходов. Несколько гибких производственных модулей, взаимосвязанных между собой автоматизированной транспортной (транспортно-складской) системой и автоматической системой обеспечения инструментом, образуют основной уровень гибкой автоматизации — гибкую производственную систему (линию, участок). Работа такой системы осуществляется под управлением достаточно мощной микро- или мини-ЭВМ. Вершиной автоматизации является гибкое автоматизированное производство (цех, завод), реализуемое на базе нескольких взаимосвязанных гибких производственных систем.

Создание и эксплуатация ГАП требуют разработки не только конструкторских, но и технологических систем автоматизации проектирования. В современном машиностроении используется более 4 тыс. различных технологий — от точения на токарном станке до ионной и лазерной обработки, от получения заготовок до контроля деталей и изделий в целом. Столь же многообразно по видам и конструкциям оборудование, на котором осуществляются различные процессы. Они вместе с оснасткой должны тоже проектироваться в автоматизированном режиме на ЭВМ.

Развитие и широкое распространение ГАП в отраслях народного хозяйства требуют коренных изменений в производстве. Процесс этот будет проходить поэтапно (см. таблицу).

---

[1] См.: Последние тенденции в гибком производстве // Экономические науки. — 1986. — № 11. — С. 159.

Основные этапы и задачи развития ГАП[1]

Этапы	Главные задачи		
	производства	технической подготовки производства (ТПП)	управления производством
I (1980—1990 гг.)	Создание и широкое внедрение ГПМ основного производства на базе нового и используемого технологического оборудования. Модернизация (с целью автоматизации) основного оборудования	Разработка САПР конструкции, технологии и программного обеспечения ГПС	Расширение номенклатуры АСУТП. Решение задач управления на уровне предприятия. Широкое применение персональных ЭВМ
II (1985—1995 гг.)	Создание и широкое внедрение новых ГПМ и гибких производственных систем (линий, участков), создание локальных сетей управляющей техники	Создание автоматизированных участков ТПП на уровне предприятия, цеха, участка. Создание технологических заводских банков данных	Создание автоматизированных участков (бюро) управления на уровне цеха. Создание локальных сетей вычислительной техники
III (1990—2000 гг.)	Создание и внедрение гибких автоматизированных предприятий (цехов) на базе ГПЗ (линий, участков)	Создание и применение интегрированных систем автоматизации ТПП (ИСАТПП) на базе участков ТПП и банков данных	Создание и применение интегрированных АСУП (ИАСУП) на базе участков, бюро АСУ цеха. Создание интегрированных банков данных. Создание отраслевых сетей вычислительной техники

[1] См. Белянин, ГАП: возможность и перспективы. Проблемы теории и практики управления. — 1986. — № 3. — С. 81.

В странах — членах СЭВ с начала 70-х годов ведутся интенсивные работы по проектированию, созданию и внедрению ГАП. В настоящее время на машиностроительных заводах этих стран действует более 120 гибких производственных систем и роботизированных комплексов[1].

В НРБ к 1984 г. в производство было внедрено восемь ГАП. В Институте технической кибернетики и робототехники Академии наук НРБ разработано семейство стандартных систем управления для ГАП на базе микропроцессорной техники. К 1990 г. здесь намечаются разработка и внедрение 110 гибких производственных систем.

В ВНР к середине 1984 г. функционировало 10 гибких производственных участков. Большое внимание венгерскими учеными уделяется системам автоматизированного контроля и диагностики, транспортировки деталей и инструментов.

В ГДР ведутся интенсивные работы в области автоматизации проектирования, предпроектного моделирования ГАП, создания систем управления и разработки математического и программного обеспечения работы ГАП. На предприятиях ГДР работает примерно 20 ГАП различного типа.

В ПНР к настоящему времени внедрено в производство 6 ГПС. Создаются автоматизированные системы управления производством на базе микропроцессорной техники и систем автоматизации проектирования изделий.

В ЧССР в соответствии с Государственной программой развития науки и техники с 70-х годов начата планомерная работа по созданию ГАП на машиностроительных и электротехнических предприятиях. К середине 1984 г. в ЧССР внедрено в производство более 27 интегрированных производственных участков. Проводятся активные исследования в области автоматизации проектирования, технологической подготовки производства и создания автоматизированных систем управления оборудованием ГАП.

В СССР в настоящее время действует свыше 60 гибких производственных систем. Большая часть из них обрабатывает традиционные детали — корпусные, плоские и типа тел вращения. По решению Совета Министров СССР (май 1984 г.) за несколько пятилеток планируется изготовить и ввести в действие более 30 тыс. гиб-

[1] См.: Грозданова С. На передовых рубежах научно-технического прогресса // Экономическое сотрудничество стран — членов СЭВ. — 1985. — № 8. — С. 68 — 70.

ких производственных модулей различного технологического назначения, свыше 1800 гибких производственных систем [1].

В связи с быстрым развитием гибкой автоматизации широкое распространение получила промышленная робототехника. Высокая производительность, технологическая гибкость, ритмичность, многосменный режим работы ГПС во многом обеспечиваются применением промышленных роботов, которые берут на себя выполнение монотонных и утомительных работ, опасных производственных функций, освобождают человека от работы в условиях, вредных для его здоровья.

В большинстве стран СЭВ применение промышленной робототехники считается важным народнохозяйственным направлением, и она развивается высокими темпами. В 1985 г. парк роботов достиг в ГДР 45 тыс. (роботов и манипуляторов), в ЧССР — 3 тыс., в НРБ — 2,3 тыс. К 1990 г. в странах — членах СЭВ, как отмечалось на XXXVI заседании сессии СЭВ, будут работать 200 тыс. промышленных роботов [2].

Предполагается, что к 2000 г. роботы в развитых капиталистических странах смогут вытеснить до 75% занятой сегодня рабочей силы. Например, в США «вторая промышленная революция» изменит в ближайшем будущем характер труда около 50 млн. рабочих и служащих. Как ожидается, к 2000 г. здесь будет автоматизировано 80% всех ручных операций. По прогнозу американской компании «Рэнд корпорейшн», вследствие комплексной механизации и автоматизации к 2000 г. в сфере производства США численность занятых уменьшится с 25 до 2% трудоспособного населения страны.

В автомобильной промышленности США 1 ч работы робота обходится в 4 раза дешевле, чем часовая заработная плата рабочего сборочной линии.

В 1980 г. в США на 1 млн. жителей приходилось 16 роботов, в ФРГ — 20, в Японии — 63 и в Швеции — 162 робота. Сейчас их количество достигает соответственно 64, 100, 3600 и 680.

Исследования, проведенные в Японии, говорится в докладе Международной организации труда, о социально-экономических последствиях внедрения новых технологий, показывают, что количество рабочих мест, ликвидируемых при роботизации, варьируется от 0,5 до 5. Подобные исследования в ФРГ дали соотношение от 0,8 до 6,2 рабочего места на один робот. (См.: Коммунист. — 1986. — № 6. — С. 94—95; Экономика и организация промышленного производства. — 1986. — № 2. — С. 16—20.)

Обследование 10 тыс. предприятий, проведенное Министерством труда Японии, показало, что применение робототехники и микроэлектроники на уровне цехов сократило почти на 40% применение тяжелого физического труда и уменьшило на 30% объем опасных и вредных работ. Вместе с тем на 43% увеличился объем работ по техническому обслуживанию оборудования и более чем на 50% возрос объем контролируемых операций.

По результатам исследования [1] о характере воздействия автоматизации на удовлетворенность своей работой значительное большинство опрошенных в социалистических странах (почти $\frac{3}{5}$) считают, что автоматизация повышает удовлетворенность трудом. По мнению рабочих западных стран, автоматизация ухудшает основные характеристики труда (стабильность снижается, растет безработица) и не приносит ощутимых положительных перемен по другим параметрам. Более $\frac{1}{3}$ из опрошенных в капиталистических странах дали отрицательную оценку последствиям автоматизации для рабочих. Особенно пессимистично относятся к автоматизации рабочие Англии, Финляндии, Италии.

Оценка социальных последствий автоматизации и изменения удовлетворенности трудом, данная рабочими 15 стран, свидетельствует о несхожести социальных результатов автоматизации для рабочих социалистических и капиталистических стран.

Парк действующих ГПС в странах Западной Европы, Японии и США составил в 1985 г. 340—350 ед., в том числе 100 ГПС — в Японии, 47 — в США, по 25 ГПС — в Италии, Нидерландах и ФРГ, 17 — во Франции, 11 — в Швеции.

По данным Европейской комиссии, к концу 90-х годов рынок средств гибкой автоматизации составит 65—75 млрд. долл., из которых на долю интегрированных автоматизированных систем будет приходиться

---

[1] См.: Курсом интенсификации // Коммунист. — 1985. — № 11. — С. 7.

[2] См.: Социалистическая индустрия. — 1985. — 10 января.

[1] См.: Кривневич В. В. Автоматизация и удовлетворенность трудом. — М.: Мысль, 1987. — С. 202—203.

35—40%[1]. Наибольшее количество функционирующих ГПС выполняет операции обработки резанием, ГПС для кузнечно-прессовых, сварочных и сборочных операций распространены меньше. Крупным потребителем ГПС является в настоящее время автомобильная и станкостроительная промышленность. Однако гибкие системы все более широко и успешно начинают применяться и в других отраслях.

Так, корпорация IBM создала на своем заводе в Остине гибкую производственную систему, обеспечивающую сборку, испытание и упаковку персональных компьютеров. Полностью автоматизированная система выпускает один компьютер менее чем за 6 мин (а за год около 80 тыс.), сравнительно быстро может быть перепрограммирована на производство других изделий (аналогичного класса). Производительность этой ГПС на 75% выше, чем традиционных систем.

Автоматизированное производство характеризуется более высоким по сравнению с неавтоматизированным коэффициентом сменности работы. Поэтому для выпуска одинакового объема продукции требуемая величина производственных фондов может быть существенно меньше.

В Японии с 1981 г. функционирует автоматизированный завод двигателей, производящий до 30 типов изделий сериями по 6—30 шт.

Сравнительная характеристика обычного и автоматизированного заводов:

Показатели	Без автоматизации	С автоматизацией
Потребность в станках, шт.	31	6
В том числе станки с цифровым управлением	6	6
Численность персонала, чел.	31	4
Время производства, дн.	16	4
Использование фонда времени, ч/дн.	9	21

[1] См.: Гибкое автоматизированное производство // Экспресс-информация. Сер. 6. Зарубежный опыт. — 1987. — Вып. 6.

На автоматизированном заводе двигателей станки в ночную смену работают без надзора. Обслуживающий персонал — четыре человека — занят только в первые две смены, выполняет наряду с контролем за работой оборудования следующие функции:

— подготавливает нужные программы для станков с цифровым программным управлением;

— определяет потребность в новых инструментах, контролирует их качество;

— контролирует качество исходных заготовок, проводит металлографический и геометрический контроль;

— контролирует работу ремонтников, работоспособность исправленных машин;

— контролирует первые детали новой партии.

Рост масштабов автоматизации в различных сферах деятельности требует также создания в каждой отрасли системы автоматизированного обучения для своевременной подготовки и повышения квалификации различных категорий работающих.

Отсутствие такой системы или ее недостаточное развитие не даст ожидаемых результатов автоматизации, приведет к снижению эффективности затрат на автоматизацию цикла «наука — проектирование — производство» и на процессы управления.

Широкая компьютеризация различных сфер человеческой деятельности является, как уже отмечалось выше, характерной чертой современного этапа развития экономики нашей страны, важнейшим средством повышения эффективности общественного производства и ускорения научно-технического прогресса. И для решения этой задачи недостаточно только разработать новейшие средства ВТ, создать для них совершенное программное обеспечение, значительно увеличить объемы производства, обеспечить при этом необходимое разнообразие номенклатуры выпускаемых средств ВТ. Не менее важным и столь же необходимым является существенное расширение масштабов подготов-

ки квалифицированных специалистов, хорошо знающих ЭВМ, способных эффективно работать в условиях компьютеризации и электронизации народного хозяйства. Перед высшей школой поставлена задача в первую очередь обеспечить квалифицированную подготовку тех специалистов, которые, окончив вузы, сразу начнут пользоваться средствами вычислительной техники в своей производственной деятельности. Это студенты педагогических вузов, которые будут учить школьников в компьютерных классах, это студенты технических, строительных и других вузов, которые пойдут в НИИ, КБ и на заводы, где будут функционировать САПР, ГПС и другие разнообразные автоматизированные системы.

Около 30 % студентов смогут пользоваться ресурсами вычислительных систем, углубляя свои знания и профессиональные навыки. Сегодня доступ к экономической, научно-технической и технологической информации становится важнейшим фактором развития общества. Благодаря интеграции банков данных, программного обеспечения и специализированных сетей передачи данных процессы получения, хранения и передачи информации объединяются в единый автоматизированный технологический процесс. В мире насчитывается около 1500 автоматизированных банков данных и более 200 коммерческих сетей общего пользования[1], большинство из которых взаимосвязано. Пользователям обеспечивается непосредственный доступ к информации, поиск информации в удаленных банках данных в режиме диалога. Только в Западной Европе число пользователей, имеющих прямой доступ к информационным банкам данных, возросло с 950 тыс. человек в 1980 г. до 2350 тыс. в 1985 г.

С 1978 г. в СССР создается централизованная система автоматизированного обмена (ЦСАО) информацией с зарубежными сетями ЭВМ и банками данных. Обмен осуществляется с США, Канадой, ФРГ, Англией, Францией и другими западными странами. Пользователи ЦСАО отмечают, что информация, находящаяся в банках данных, обладает достаточной полнотой и достоверностью. Поиск информации через ЦСАО особенно эффективен на подготовительных этапах НИР, поскольку резко снижается трудоемкость составления библиографических указателей. Так, формирование ретроспективного указателя по тематике НИР занимает с использованием средств ЦСАО около 2 ч, а при традиционных методах — от 10 до 40 рабочих дней. Подготовка библиографии к документам различных типов (к статьям, книгам и т. п.) традиционным образом занимает 60—70 ч, а при использовании ЦСАО сокращается до 1—2 ч.

В настоящее время в СССР развернуты работы по созданию вычислительной сети Академии наук (Академсети).

Объединение вычислительных и программных ресурсов в Академсети даст возможность приступить к решению особо сложных научных и народнохозяйственных информационных задач в области энергетики, физики, биологии, вычислительной техники, экономики и др. Ресурсы Академсети будут также широко использованы при создании автоматизированных систем научных исследований.

Основное назначение Академсети — повышение качества научных исследований, исключение дублирования и сокращение сроков их проведения путем представления возможно большему числу научных работников информационно-вычислительных ресурсов по различным областям науки и техники, которыми обладают включенные в сеть ЭВМ институты Академии наук СССР, других ведомств и организаций, в том числе зарубежных.

Технический прогресс в информационном обеспечении самых различных видов человеческой деятельности приводит к резкому расширению воз-

---

[1] См.: Перспективы развития автоматизированных систем управления проектирования и информации. — Новосибирск: Наука, 1986. — С. 3—5.

можностей ее автоматизации и, следовательно, открывает новые пути повышения эффективности экономики.

В новых условиях хозяйствования существенно повышается роль министерств и ведомств в разработке и реализации единой технико-экономической политики в области компьютеризации всех сторон хозяйственной деятельности. Это обусловлено не только ускоренным перевооружением научно-производственного потенциала отраслей через автоматизацию важнейших технологических процессов на основе применения средств микроэлектроники, но и необходимостью перехода на более высокий уровень принятия управленческих решений. В условиях существенного расширения функций объединений, предприятий, организаций и в связи с этим усложнения и увеличения числа решаемых ими задач без компьютеризации управленческой деятельности будет невозможно повысить качество управления, не допуская при этом резкого повышения численности аппарата управления.

Таким образом, уже для текущей пятилетки можно утверждать, что ни одна из задач интенсификации, будь то ускорение НТП, совершенствование управления, обеспечение режима ресурсосбережения и др., не может быть успешно и своевременно решена без расширения масштабов применения автоматизированных информационных технологий. В еще большей степени это утверждение справедливо для последующих пятилеток, поскольку организационные и другие первоочередные резервы интенсификации будут в основном исчерпаны. Новый пласт более глубинных резервов для выявления и тем более для приведения их в действие в условиях возрастающих темпов интенсификации и при непрерывном усложнении решаемых научно-технических, производственных и управленческих задач потребует многократного усиления интеллектуальных возможностей человека и общества в целом, что осуществимо лишь на основе полной компьютеризации всех основных сфер человеческой деятельности. Это связано прежде всего со всевозрастающим использованием методов и средств искусственного интеллекта, обеспечивающих громадную экономию материальных, трудовых и интеллектуальных ресурсов.

Информация сама становится важнейшим индустриальным ресурсом, определяющим эффективность общественного производства и темпы его развития.

Поэтому прежде всего и уже сейчас необходимо на всех уровнях управления экономикой решительно изменить отношение к вопросам компьютеризации, рассматривать и учитывать в хозяйственной практике компьютеризацию как реальный фактор интенсификации, как эффективное средство решения задач социально-экономического развития.

Полномасштабное использование в народном хозяйстве всех возможностей этого ключевого приоритетного направления НТП требует существенных изменений в структуре промышленного производства, в системе подготовки кадров, в формах и методах интеграции науки и производства, нового хозяйственного механизма. Наконец, для формирования нового, исключительно наукоемкого и динамичного информационно-индустриального сектора народного хозяйства необходимы большие первоначальные затраты. Решение всех этих сложных взаимосвязанных вопросов требует общегосударственного подхода к развитию научно-производственной базы современных информационных технологий в сферах науки, проектирования, управления, производства, обучения. Решения XXVII съезда КПСС такой комплексный подход предусматривают.

БАЗОВЫЕ МОДЕЛИ ШКОЛЬНОЙ ИНФОРМАТИКИ

ОТВЕЧАЕМ НА ПИСЬМО

Г. Н. АЛЕКСАКОВ,
С. В. МИНДЕЛЕВИЧ

АНАЛОГОВЫЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ КАЛЬКУЛЯТОР

«Уважаемая редакция! Пишу вам от лица формирующегося центра НТТМ, ставящего одной из своих задач компьютеризацию школы, производства, лаборатории.

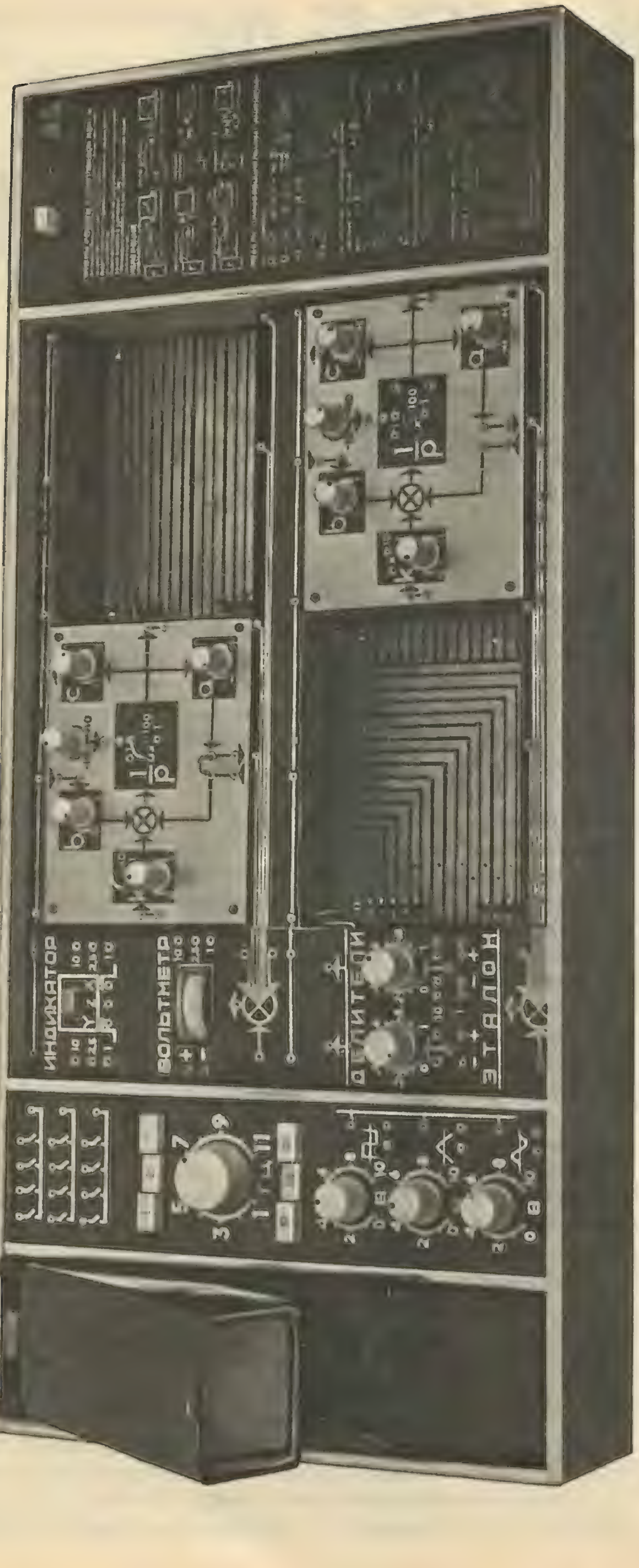
Хотелось бы получить более полную информацию по описанным в ваших выпусках системам: аналоговому интегрирующему калькулятору и по процессору «Кентавр».

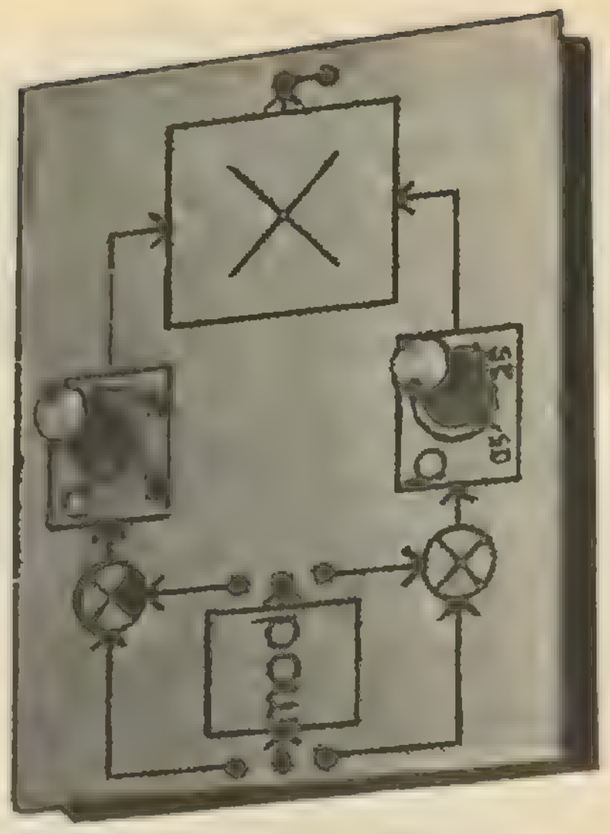
О. Г. Багиев, преподаватель физики, г. Беслан

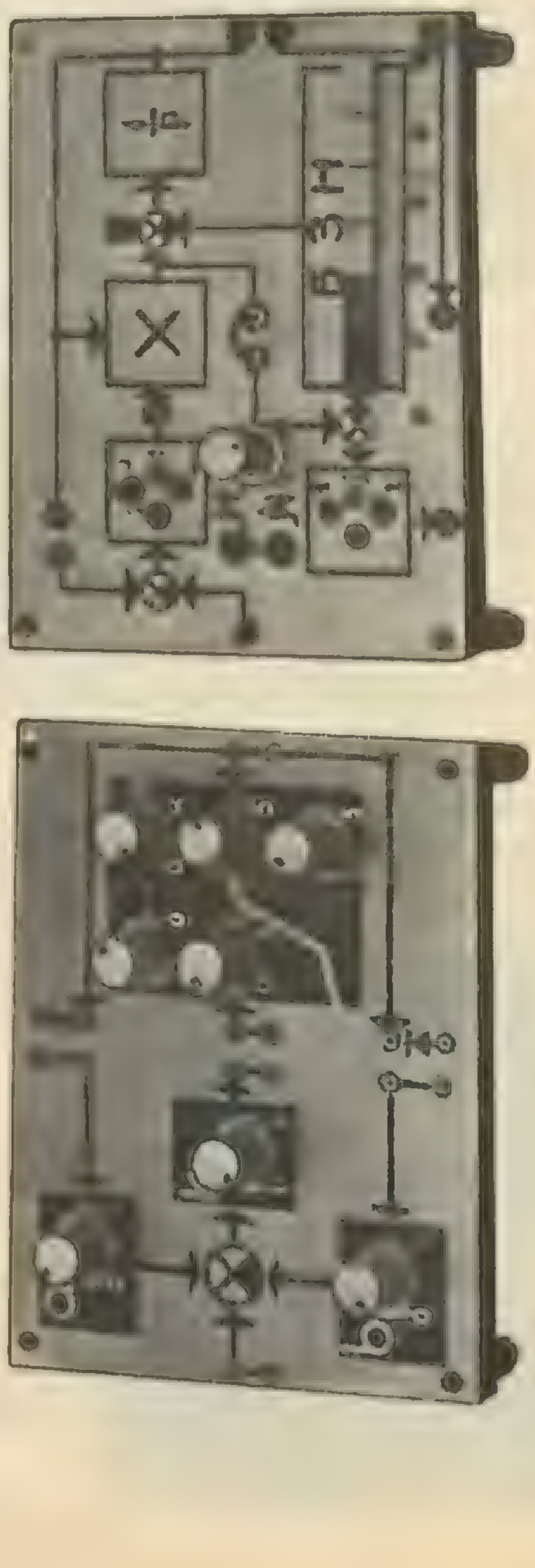
Научный руководитель студенческого конструкторско-исследовательского бюро (СКИБ) кандидат технических наук, доцент Г. Н. Алексаков и студенты В. Гаврилин, С. Гаврилюк, В. Федоров, А. Денисов и другие создали настольную и исключительно простую в эксплуатации машину АВК-4 — аналоговый вычислительный калькулятор (модель 4), его еще называют интегрирующий калькулятор.

Конечно, цифровая техника позволяет получать более точные результаты. Но всегда ли это нужно? Цифровая ЭВМ, например, способна, просчитав все данные, начислить гонорар за эту статью с точностью до десятитысячных долей копейки. Но зачем такая точность кассиру? Да и рядовому инженеру в большинстве практических случаев не нужны все эти ...надцатые знаки после запятой. И совсем не требуются они при обучении. Тем интереснее возможности аналоговой техники в наглядности результатов вычислений, когда любой исследуемый процесс можно сразу же видеть на экране осциллографа. Цифровая ЭВМ выдает листинг, работать с которым не просто. Конечно, можно данные представить графически или в виде электронной таблицы, но для этого нужно иметь дополнительное дорогостоящее оборудование и соответствующее программное обеспечение.

Основная заслуга создателей АВК-4 в организации такого взаимодействия человека и машины, при котором отпадает необходимость изучения внутреннего устройства машины и языков программирования. Даже уравнение составлять не следует. Эта АВМ — первая в нашей стране аналоговая вычислительная система — программируется непосредственно по структурной математической модели исследуемого процесса. Неважно какого — будь то процесс теплообмена корпуса какого-то прибора или здания с окру-


ИНДИКАТОР
ВОЛЬТМЕТР
ЭТАЛОН

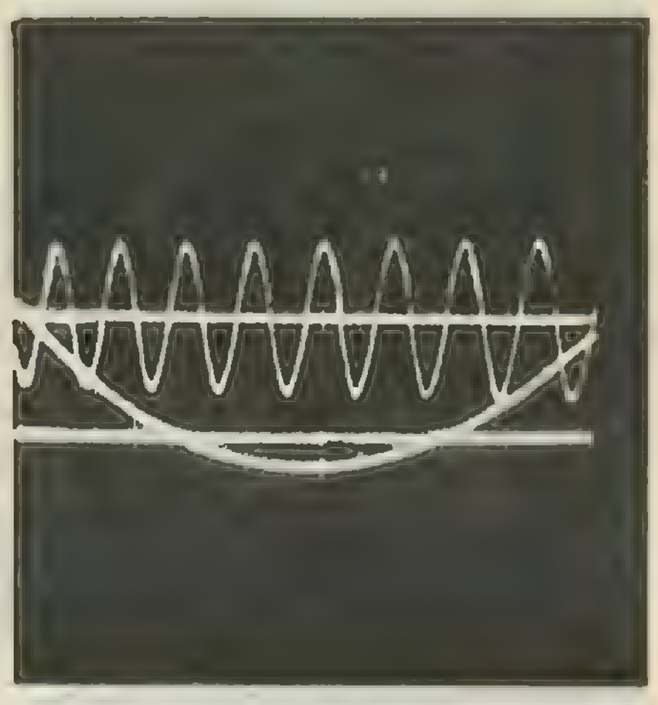




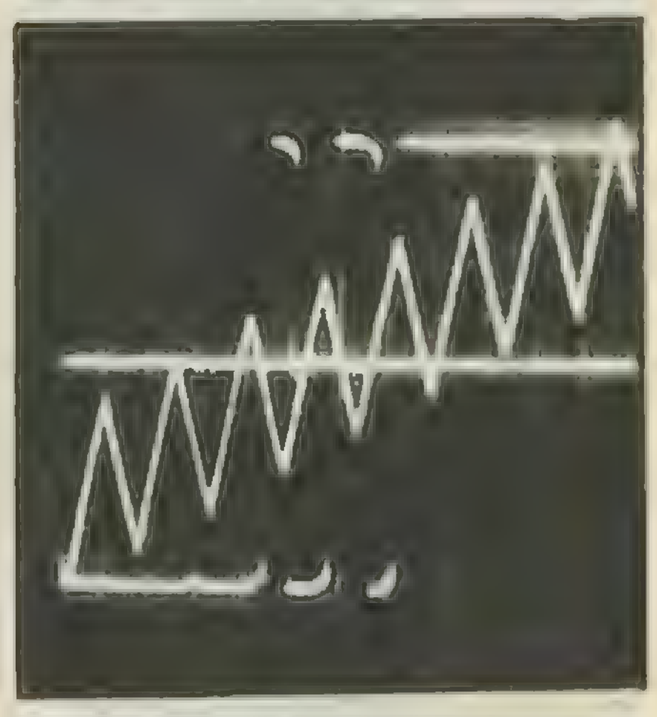
жающей средой, дыхания растений, явления в радиотехнических цепях, движение тела под действием различных сил и т. д. Достаточно в соответствии с составленной моделью соединить в нужной последовательности различные блоки АВК-4, выполняющие требуемые математические операции (как дети складывают из кубиков выбранную картинку — схему процесса), а затем установить соответствующими органами управления значения постоянных коэффициентов и начальных условий. И наблюдать на экране индикатора графики соответствующих им решений.

В этом принципиальное отличие интегрирующего калькулятора, созданного в МИФИ, от любого другого компьютера.

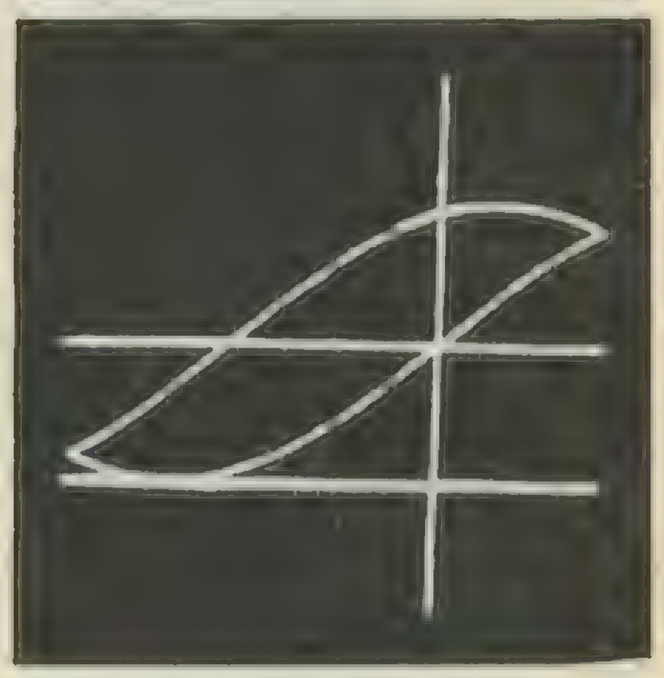
Следует отметить, что разработкой соответствующего программного обеспечения можно заставить работать и цифровую ЭВМ непосредственно по структурной схеме исследуемого объекта или процесса. Однако это сложно. Цифровым аналогом АВК-4 являются системы МАСС и МАССЛИН, разработанные в МЭИ.



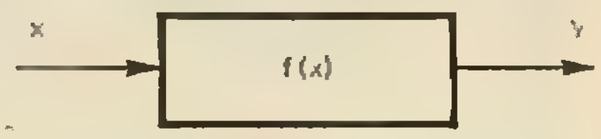
Всякое теоретическое исследование начинается с составления технического описания объекта. Оно должно содержать все сведения для построения математической модели. Например, следует изучить движение груза, переносимого подъемным краном. К математической модели относится математический маятник — идеализированная система, состоящая из невесомой и нерастяжимой нити, на которой подвешено массивное тело пренебрежимо малых размеров.



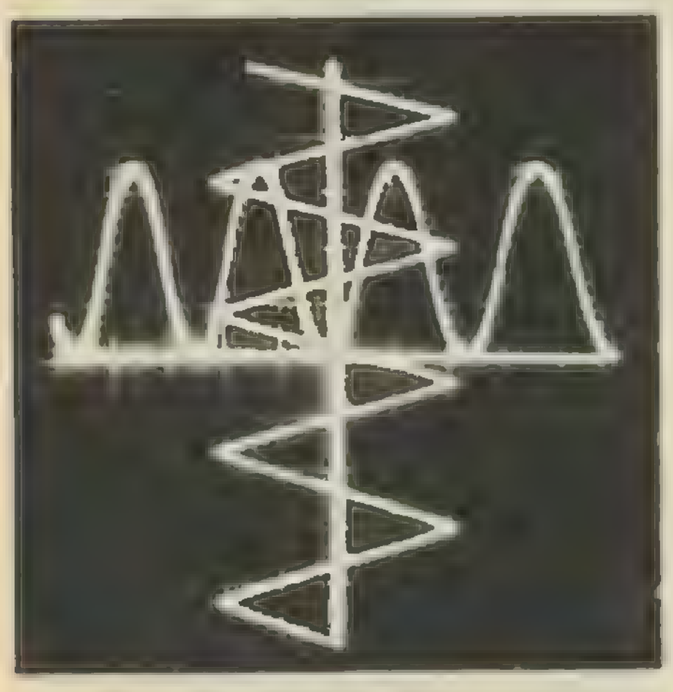
Математическую модель исследователь стремится описать системой дифференциальных (для простых случаев — алгебраических) уравнений. Их решения позволяют проанализировать поведение объекта при различных внешних воздействиях. Результат теоретического исследования должен быть непосредственно сопоставим с данными натурного эксперимента (иначе нельзя проверить правильность прогноза). Результат эксперимента — это графики, осциллограммы, показания датчиков, записи самописца. И прогноз представляется графически.

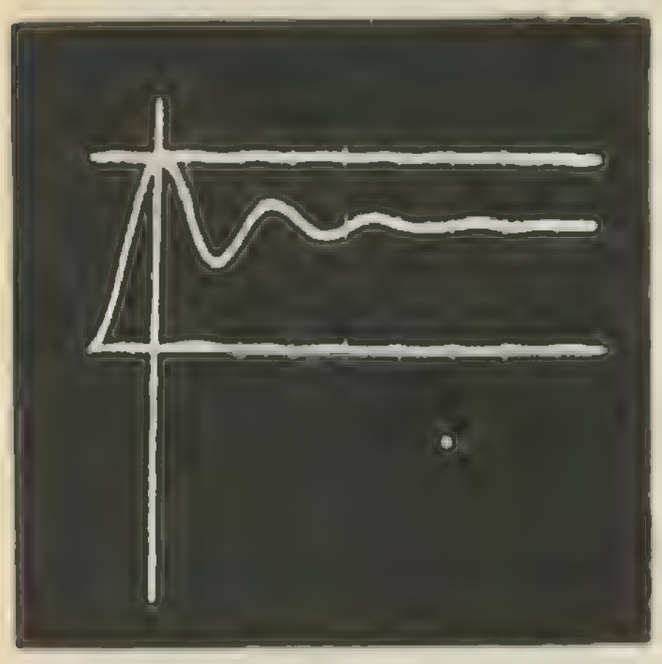


Математическое описание любого объекта начинается с выявления взаимосвязей между переменными, характеризующими его состояние. Взаимосвязи, преобразования переменных удобно изобразить в виде «черных ящиков», например, так:



Если таким образом «расписать» все связи между физическими переменными, то получим полную структурную схему процесса. А заполнив все ее блоки математическими зависимостями переменных — следствий от переменных — причин, получим полную развернутую структурную математическую модель исследуемого динамического процесса.

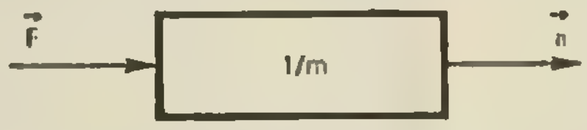


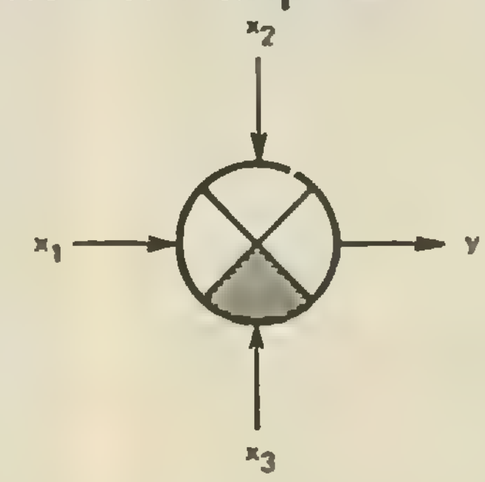


Отметим здесь два важных момента. Во-первых, запись аналитической модели в виде системы дифференциальных уравнений «в одно действие» на самом деле не одна, а целая последовательность операций. Выявить, разделить и осознать каждую из них во взаимосвязи с остальными можно, пользуясь символикой графов или структурных схем. А сделав это можно учиться и учить искусству математического моделирования как тонкой, но вполне обозримой технологии. Так же, например, как учатся и учат методам доказательств «от противного» и «полной математической индукции» в математике. Структурная математическая модель — это промежуточный финиш, облегчающий проверку правильности предыдущих действий. Одновременно она является исходной информацией для следующих операций — записи системы дифференциальных уравнений. Причем этот переход оказывается формальной математической операцией.

Во-вторых, сам исследуемый физический процесс представлен в структурной математической модели определенной совокупностью взаимосвязанных и элементарных преобразований, каждое из которых соответствует некоторому физическому или математическому определению.

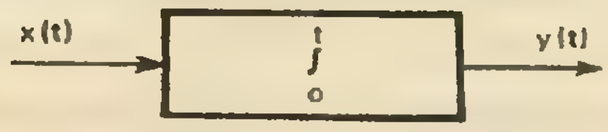
Анализ показывает, что для линейных систем существуют всего три типа «элементарных» преобразований.

1. Многие физические законы соответствуют безынерционным или нелинейным преобразованиям переменной — причины в переменную — следствие. Скажем, связь между силой и ускорением, между силой тока и падением напряжения на активном сопротивлении (закон Ома).Блок структурной схемы, где осуществляется такое преобразование $y=kx$, называется «усилитель» 

2. В ряде случаев функция равна алгебраической сумме переменных. Пример: суммирование сил, действующих на тело, сложение ускорений или скоростей, а в электрике — токов и напряжений. На схеме такой блок отображается 

, где зачерненный сектор соответствует вычитанию (т. е. сложению со знаком минус).

3. Интегральное преобразование, описываемое уравнением вида $y(t)=y(0)+\int_0^t x(\tau)d\tau$, представляет процессы накопления. Это связь ускорения со скоростью или скорости с перемещением тела, тока с заря-

дом, мощности с работой. Соответствует этой операции «интегратор» 

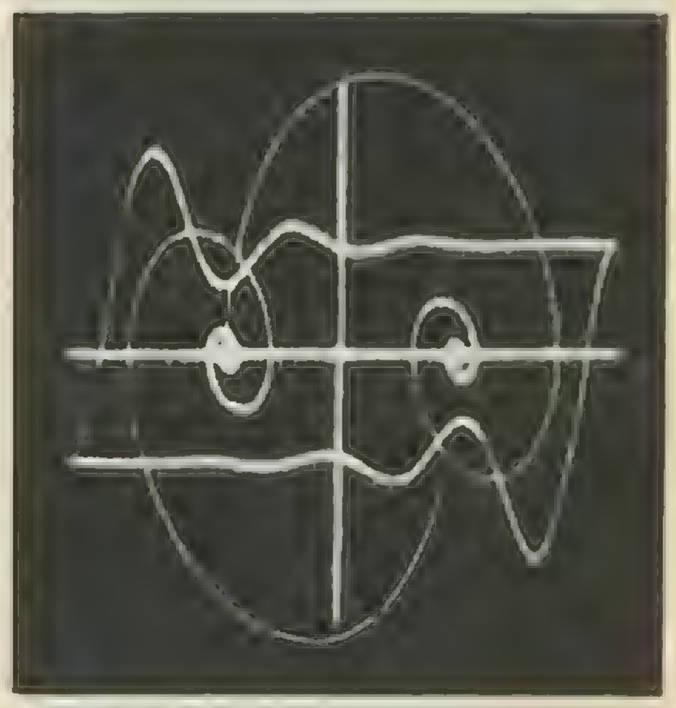
Таким образом, в этих случаях есть возможность составить структурную модель, используя только три типа преобразования переменных. Это очень важный момент. Во-первых, сложную операцию по математическому описанию динамического процесса в целом имеется возможность заменить анализом последовательности более простых «элементарных» преобразователей всего трех типов. Во-вторых, имея электронные узлы, осуществляющие эти преобразования, несложно построить аналоговую модель процесса и ее изучать, т. е. сделать структурную схему — естественный язык физика или инженера — практическим, доступным любому специалисту языком программирования. Это язык общения с аналоговой вычислительной машиной. Человек с высшим техническим образованием обучается ему за 30 мин (другим потребуется 1 день). А например, на ФОРТРАН требуется потратить не менее трех месяцев...

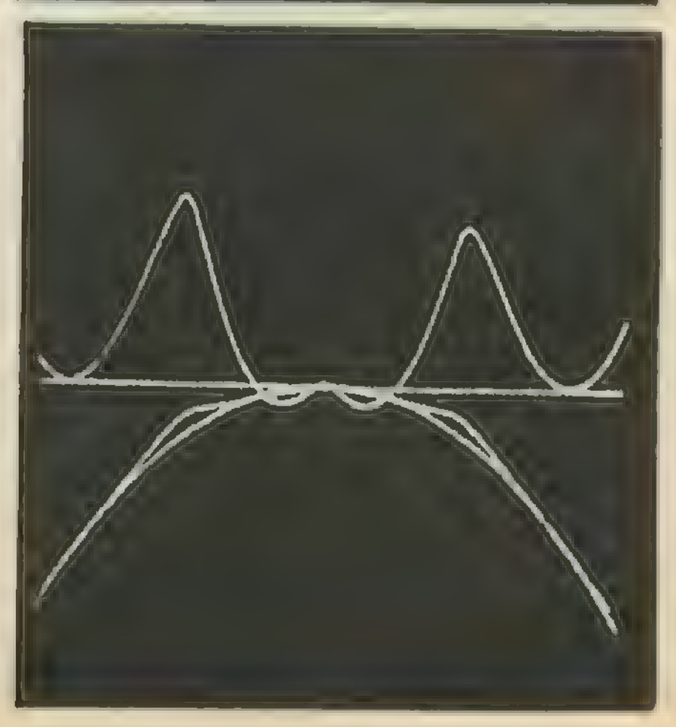
В АВК-4 все три типа упомянутых математических операций (усиления, суммирования, интегрирования) выполняются в модулях типа «И» (интегратор). Это основной узел машины для моделирования линейных систем по их структурной модели, для получения решений обыкновенных дифференциальных уравнений. Понятные каждому мнемонические изображения на панели блока показывают, какое гнездо с каким следует соединить, какой вход использовать, чтобы выполнить нужную операцию.

Другой основной модуль — «Н» (нелинейность). Он служит для реализации нелинейных функций одной переменной, например, вольтамперной характеристики р-п перехода, зависимости силы трения от скорости, мощности от температуры и т. д. В сочетании с линейными модулями он позволяет моделировать любые обыкновенные дифференциальные уравнения.

Дополнительный комплект сменных модулей включает в себя «у» (умножитель), используется для моделирования нелинейных функций одной или двух переменных, моделирования статической характеристики «К» (квантователь) — для моделирования цифровых и импульсных систем управления.

С помощью ручек регулировки, имеющихся на каждом модуле, можно устанавливать значения тех или иных коэффициентов, задавать начальные условия. Вращая эти регуляторы, специалист сразу же видит по изображению на экране осциллографа, как поведет себя исследуемый объект при различных внешних факторах. Переставляя соединительные проводники, меняя коэффициенты усиления, исследователь имеет возможность промоделировать самые разнообразные режимы или, допустим, виды обратной





связи и выбрать оптимальный, при котором проектируемая система окажется наиболее устойчива в работе.

Модульный принцип построения АВК-4 позволяет пользователям (инженеру, ученому, студенту) дополнять набор сменных модулей собственными, нужными только для решения конкретной задачи, модулями других сложных физических систем или реальными объектами управления. Например, в МИФИ сделан модуль «Р» (реактор) — это шестигрупповая модель ядерного реактора, она используется при моделировании и проектировании систем управления и защиты ядерных энергетических установок.

Вычислительное устройство калькулятора состоит из четырех сменных решающих модулей. Если все они типа «И», то это позволяет исследовать процессы, которые описываются линейными дифференциальными уравнениями до четвертого порядка включительно. Если нужно учесть нелинейность (т. е. вместо одного-двух «И» поставить «Н»), то порядок уравнений уменьшается — на один на каждую нелинейность.

Интегрирующий калькулятор в одном корпусе объединяет не только оригинальную малую ЭВМ с исключительно наглядной мнемонической панелью управления, но и систему индикационно-измерительных средств. К ним относятся малогабаритный осциллограф, который для удобства наблюдения можно под углом выдвигать из корпуса, электронный коммутатор, позволяющий на экране одновременно наблюдать до четырех синхронных процессов, генератор сигналов прямоугольной, треугольной и синусоидальной формы, цифровой вольтметр, генератор эталонных напряжений. Индикатор компьютера не имеет самостоятельной развертки, для ее получения используется один из синхронных сигналов генератора. Импульсы этого оператора управляют работой и решающих модулей. Поэтому на экране всегда получается устойчивое изображение, и нет нужды заботиться о синхронизации. Сигналы генератора обеспечивают развертку «в обе стороны», что позволяет максимально использовать площадь экрана и получать на нем различные «экзотические» картинки (часть которых показана в начале и в конце статьи), отображающие самые разные процессы. Это все тоже существенное отличие АВК-4 от других машин, к которым требуются внешние контрольно-измерительные приборы.

Питание АВК-4 от сети — 220 В, 50 Гц, потребляемая мощность — не более 30 Вт, масса — 8,5 кг. Стандарт сигналов, принятый в компьютере (±10 В), обеспечивает безопасность работы с ним и позволяет сочетать моделирование с натурным экспериментом. Машина полностью «защищена от дурака», т. е. от ошибок пользователя, никакие неправильные соединения клемм не приведут к выходу прибора из строя.

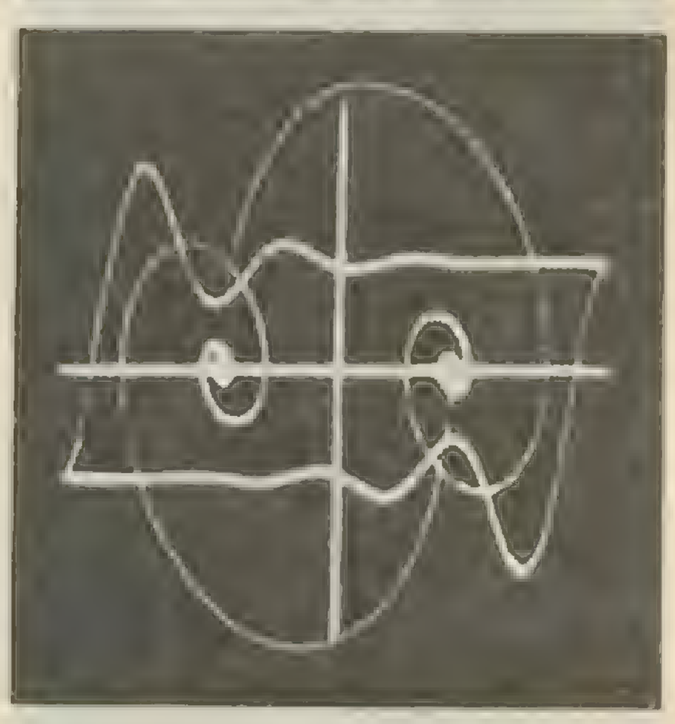
По своим вычислительным возможностям АВК-4 не

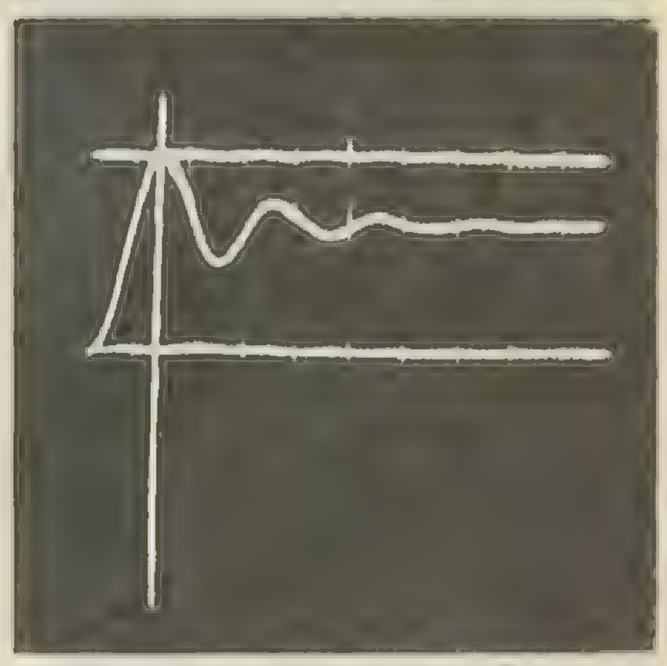
уступает отечественным аналоговым машинам МН-7 и АВК-31 и их зарубежным прототипам. На всех них, кстати сказать, освоить работу несравненно сложнее. Скажем, по сравнению с МН-7 интегрирующий калькулятор потребляет в 100 раз (!) меньше энергии, в 20 раз легче и много дешевле. А во сколько десятков раз меньше по объему! Но главное отличие — это, конечно, простота и удобство работы с ним.

По сути, АВК-4 — это «счетная линейка» инженера (хотя и несколько необычного вида). Математику АВК-4 позволяет глубже понять смысл дифференциальных уравнений, визуально иллюстрировать основные теоремы, физику — изучать процессы в физических объектах, электротехнику и электронику — процессы в линейных и нелинейных электрических цепях, электронных схемах (в том числе импульсных), специалисту по теории автоматического управления позволяет анализировать движение систем методами фазового пространства, исследовать устойчивость, качество управления... Применение АВК-4 безгранично — он пригодится везде, где есть потребность изучать динамические процессы.

Впечатляют и достижения интегрирующего калькулятора в учебном деле. Сейчас учебные лаборатории на основе интегрирующих калькуляторов имеют шесть вузов (МИФИ, МГИ, МЭИС, Мосстанкин, ХАИ, Куйбышевский ПТИ) и физико-математическая школа № 542 при МФТИ. Стандартный класс-лаборатория включает в себя АВК-4 (из расчета один прибор на два рабочих места) и стенд преподавателя с большим демонстрационным вариантом калькулятора, стационарным осциллографом и двухкоординатным самописцем. На базе АВК-4 в вузах поставлены лабораторные практикумы более чем по 25 курсам: ТАУ, ТОЭ, «Вычислительная техника», «Теория надежности», «Основы автоматики», «Автоматизация технологических процессов», «Переходные процессы в системах электроснабжения», «Управление роботами», «Робототехнические системы», «Общая физика» и др. Все учебные заведения, использующие АВК-4, отмечают высокую эффективность этой мини-ЭВМ по сравнению с другими серийными средствами вычислительной техники, которые могли бы использоваться для аналогичных целей.

Применение АВК-4 в школе — заслуга прежде всего заведующего кафедрой физики МИФИ доцента А. И. Руденко и группы преподавателей этой же кафедры. Вот их коллективное мнение. Внедрение ЭВМ в учебный процесс современной средней школы является прямым требованием реформы общеобразовательной и профессиональной школы. Нынешних детей, которым предстоит жить и трудиться в окружении компьютеров, приучать к ним надо как можно раньше, хорошо бы даже с 5—6-летнего возраста (так делается сейчас в Японии). В школе уже начаты





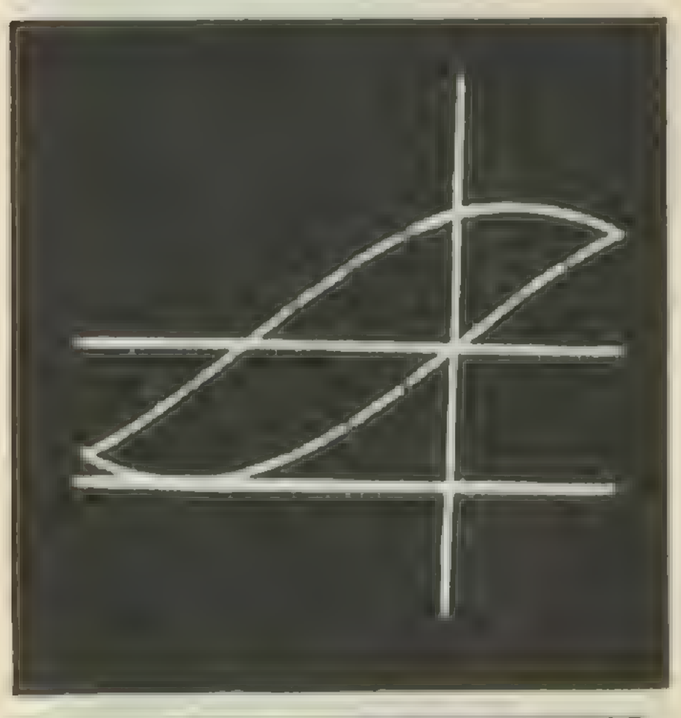
работы с микрокалькуляторами и другие виды занятий, связанных с ликвидацией «компьютерной безграмотности». Кое-где учащихся знакомят с дисплеем, учат работе операторов. Однако производственная мощь машины, ее логические возможности при этом никак не используются. Сама ЭВМ, как правило, находится вне поля зрения школьника, отделена от них разными пультами, устройствами ввода-вывода информации и поэтому остается для учащихся «черным ящиком», с которым способны иметь дело только компетентные сотрудники вычислительного центра. Трудности освоения языков программирования мы здесь обсуждать не будем. АВК-4 открывает школьникам прямой доступ к ЭВМ. Это совершенно доступная машина не только в эксплуатации — ее можно (что немаловажно для подростков) пощупать, покрутить, поэкспериментировать с ней, поиграть. Непосредственные контакты с ЭВМ психологически приучают школьников к работе с компьютером и позволяют сделать более наглядными теоретические школьные курсы, в первую очередь курс физики.

Созданная лаборатория — это только первый шаг применения АВК-4 в средней школе. Компьютер объясняет не хуже, чем учитель. Школьники освоили АВК-4 очень быстро, быстрее, чем преподаватели. Решают на нем даже домашние задания.

В отчете о внедрении АВК-4 в МИФИ производится экономический расчет — оцениваются учебные классы на основе АВК-4 и с дисплеями, работающими от цифровой ЭВМ. Учебно-методический эффект по циклу дисциплин теории автоматического управления в обоих случаях примерно одинаков. Но затраты разные: на оборудование дисплейного класса требуется 120 тыс. руб. (не считая средств на систему связи с вычислительным центром), на класс с АВК — 32 тыс. (14 машин по 2 тыс. руб. да еще демонстрационный прибор за 4 тыс. руб.). Кроме того, к дисплейному классу необходимо математическое обеспечение (без него это оборудование — просто груда железа) стоимостью от 100 до 500 тыс. руб. (по зарубежным данным). Для другого же класса этого вообще не нужно. Необходимо же ясное понимание существа задач, а также умение их правильно ставить и уверенно экспериментировать— так же, как и с реальными объектами. Эксплуатационные расходы за год (800 ч. лабораторных занятий): для дисплейного класса при стоимости 1 ч. машинного времени 80 руб. составляют 64 тыс., для класса на АВК — 1,5 тыс. (электропитание — 11 руб., обслуживание одним инженером — 1140 руб). Таким образом, общий экономический эффект за год (даже без учета затрат на программы для цифровой ЭВМ) — более 150 тыс. руб. Немало!

Создание интегрирующего компьютера было встречено единодушным признанием специалистов, на разработчиков обрушился град похвал и наград.

Например, на выставке «Новые методы и технические средства обучения», проходившей на ВДНХ в январе 1980 г., класс-лаборатория на основе интегрирующих калькуляторов был отмечен золотой медалью. Медали ВДНХ завоевывал АВК-4 и в 1978 и 1982 гг. С успехом экспонировался он на выставках в Англии, ГДР, Италии, Чехословакии, Болгарии... Межведомственная комиссия Минувуза СССР присвоила разработке высшую категорию качества. Госкомитет по делам изобретений и открытий выдал авторам калькулятора свидетельство на промышленный образец № 15272. Шестая Всесоюзная конференция по АВМ и АЦВМ отметила АВК-4 среди достижений отечественной науки и техники за десятую пятилетку и порекомендовала начать его серийное производство. Госкомитет по науке и технике официально предложил включить компьютер в план освоения новой техники на 1983 г. Об АВК-4 неоднократно писала пресса, сняли сюжет для киножурнала «Наука и техника», подготовлена телепередача...



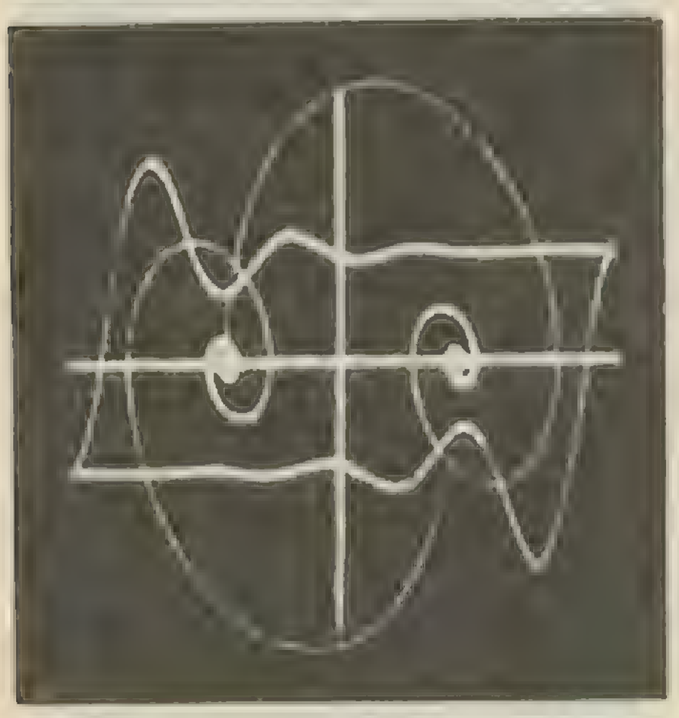
Увы! На сегодняшний день выпущено только 80 машин. Небольшие партии их изготовили экспериментально-опытный завод «Квант» МИФИ и Ахтырский союзный завод «Промсвязь».

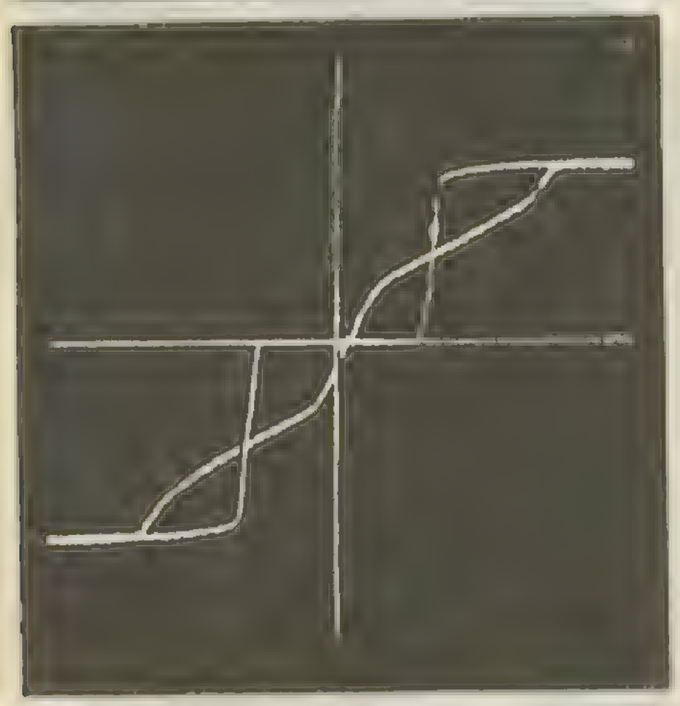
Г. Н. Алексаков показывает две толстые папки (!) запросов, пришедших в институт на АВК-4. Просят его или хотя бы техническую документацию для самостоятельного изготовления Пермский и Фрунзенский политехнический институты, Севастопольское высшее военно-морское инженерное училище, Калининградский технологический институт рыбной промышленности и хозяйства, Институт физики Земли АН СССР, НПО «Энергия», МИРЭА, МЭИ... Таких запросов десятки. По данным Минвуза СССР потребность вузов страны в таком калькуляторе составляет 5000 шт. в год.

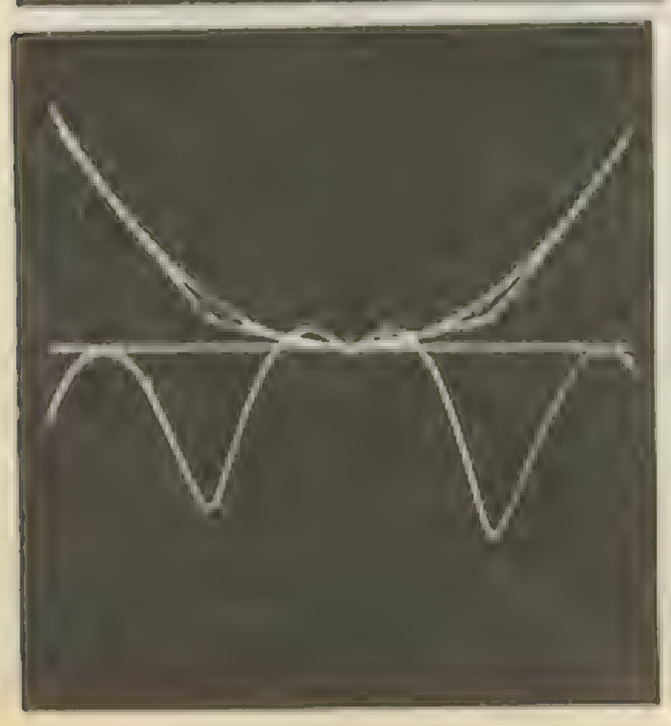
Эта машина надежная и дешевая, наработка на отказ не менее 3000 ч. При серийном производстве стоимость прибора не превысит 500 руб. В АВК нет дефицитных и дорогих деталей, а трудоемкость изготовления составляет лишь 400 нормо-ч. (стоимость одного прибора при экспериментальном изготовлении с учетом затрат на разработку технической документации составила около 2 тыс. руб.)

А в СКИБе создана более совершенная машина АВК-6. У нее уже шесть сменных решающих модулей. Это позволяет исследовать на одном калькуляторе линейную систему до шестого порядка включительно (при исследовании нелинейных систем максимальный порядок уменьшается на число учитываемых нелинейностей). Предусмотрена возможность совместной работы двух или трех калькуляторов; в последнем случае обеспечивается исследование линейной системы до 18-го порядка.

На выставке «Интенсификация учебного процесса»







в 1983 г. АВК-6 отмечена золотой медалью ВДНХ, золотую медаль получила она и на осенней Лейпцигской ярмарке в 1985 г. В Лейпциге с просьбой о приобретении АВК-6 обращались американцы, французы, югославы...

Знакомя участников февральского (1988 г.) Пленума ЦК КПСС с техническим оснащением высшей школы на выставке учебного оборудования и ТСО на ВДНХ СССР, министр высшего и среднего специального образования СССР Г. А. Ягодин сказал, что АВК-6 — это «гордость и слезы Минвуза СССР». Гордость потому, что идея, воплощенная в компьютерах АВК-4 и АВК-6, привлекла к себе внимание специалистов еще в 1979 г. и сохраняет свою привлекательность сегодня, несмотря на развитие других средств вычислительной техники. Слезы — потому, что несмотря на рекомендации авторитетных всесоюзных конференций, усилия Минвуза СССР, решения ГКНТ и Госплана СССР, серийного производства этих компьютеров до сих пор нет. Сотни приборов, выпущенных ЭОЗ «Квант» МИФИ и Ахтырским заводом «Промсвязь», хватило для оснащения десятка учебных заведений, успешная апробация в которых только усиливает интерес потребителя к АВК-4 и АВК-6.

Аналоговый интегрирующий калькулятор, представленный пока приборами АВК-4 и АВК-6, занял свою «экологическую нишу» в сложном динамичном сообществе средств вычислительной техники. Это сообщество — живое, его развитию свойствен как естественный, так и искусственный отбор. Судьей в первом выступает потребитель, во втором — производитель. Не следует мешать естественному отбору, искусственно блокируя производство АВК-4 и АВК-6 только потому, что у них нет зарубежных прототипов, что они обходят, а не дополняют зарубежные образцы.

Фрунзенский завод ЭВМ планирует начало серийного производства АВК-6 на 1989 г., издательство «Высшая школа» готовит учебное пособие «Структуры, спектры и моделирование в анализе нелинейных систем», Атомэнергоиздат — книгу «Аналоговый интегрирующий калькулятор». Чтобы получить объективную картину потребностей в этой технике и в литературе о ней, мы разослали вузам информацию с просьбой обращаться непосредственно к тем, кто решает конкретные вопросы.

1. Поставка АВК-6 — Фрунзенский завод ЭВМ.
2. Учебно-методические пособия — издательство «Высшая школа».
3. Книга «Аналоговый интегрирующий калькулятор» — Атомэнергоиздат.
4. Консультации по применению АВК-4 и АВК-6 в учебном процессе — УМУ по ВО Минвуза СССР, 103031, Москва, ул. Жданова, 8.

КОЛОС Г. И.

ВТОРАЯ ВСЕСОЮЗНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ТЕХНОЛОГИЯ ПРОГРАММИРОВАНИЯ»

Киев,
18—21 ноября
1986 г.

По каким направлениям развивать технологию программирования для ЭВМ, что нового за период между двумя конференциями, с 1979 по 1986 г., в этой области появилось и стало достоянием многих?

В настоящее время в нашей стране сотни тысяч специалистов заняты в сфере деятельности, главным результатом которой является создание и эксплуатация так называемого программного обеспечения универсальных и специализированных ЭВМ и робототехнических устройств и систем. В этой сфере, несмотря на чрезвычайное разнообразие предметных областей, систем программирования, технических реализаций программ и технических средств, для которых создаются программы, существует ряд общих проблем, которые пока еще не решены или решены неудовлетворительно с точки зрения современных требований к интенсификации экономического и социального развития нашего общества. Вторая Всесоюзная конференция показала, что наиболее остро проявляются такие проблемы, как:

— неоднозначность понимания термина «программное изделие» и связанная с ним путаница в системе представлений о «производстве», «технологии» производства программных продуктов, правовой защиты «программных изделий» как специфического вида промышленной собственности и специального класса объектов авторского права;

— отсутствие приемлемой для инженерной практики и профессионального обучения специальности «программирование» научной дисциплины, теоретические основы которой позволяли бы перейти к конструированию программ с требуемыми и повторяемыми потребительскими свойствами, подобно тому, как этот переход давно состоялся в таких инженерных прикладных науках, как конструирование и технология производства машин и механизмов, электрических систем и приборов, радиотехнических устройств и электронных схем и т. п.;

— отсутствие научно обоснованной метрологической базы для оценки качества программных изделий и технико-экономического нормирования промышленного производства программных продуктов специализированными организациями, коллективами программистов, отдельными профессиональными специалистами.

Представляется очевидным взаимопереплетение отмеченных проблем, их нетривиальность. Тем интереснее было узнать такие мнения участников конференции, которые содержат новые, по крайней мере оригинальные, взгляды на суть указанных проблем и на возможности удовлетворительного их решения.

По первой из отмеченных проблем заслуживает серьезного внимания точка зрения, высказанная в докладе «О термине «программное изделие» (А. А. Бабий, г. Красноярск). ГОСТ 19.004-80 определил программное изделие как программу на носителе данных, являющуюся продуктом промышленного производства. А. А. Бабий логично защищает тезис: «признание программирования промышленной деятельностью не влечет признание именно программ изделиями». Стоит отметить еще один аспект нечеткости стандартизованного термина: компьютерная программа сегодня может быть продуктом индивидуального труда вне промышленного производства, не требуя организации предприятия, использующего промышленное оборудование и промышленную технологию производства программ. С появлением и быстрым распространением в развитых странах персональных компьютеров (ПК) индивидуальное или на кооперативных началах изготовление программ стало той действительностью, с которой смирились гиганты промышленного производства программного обеспечения ЭВМ, уступив часть рынка. Вопрос: «Является ли именно программа изделием?» — поставлен остро. По мнению докладчика, «программное изделие — это некая система абстрактных понятий, «материализовавшаяся» при помощи процессора так же, как «материализуется» абстрактное понятие болта в конкретном болте». Это мнение представляется совпадающим в сущности с известным взглядом [1]: «программа — это идея, отлитая в форму машинного кода». А. А. Бабий предложил отказаться от определения программ как изделий и считать их технологиями. Используя аналогию с добывающей промышленностью, он убедительно показал, что продуктом труда программистов следует считать не программное изделие (не всякий продукт труда в производстве является изделием), а программную технологию. Добавим от себя небольшое уточнение: именно программную технологию обработки данных на компьютере для решения задач предметной области и создает программист по заказу пользователя (либо по собственной инициативе и в меру собственных представлений о сущности задачи,

которую она ставит для ЭВМ).

Иной взгляд, преобладающий в докладах конференции, состоит в признании продуктом труда программиста «программного изделия», или «программного продукта». Сам термин удобен для общения между профессионалами, но не стоит забывать о том, что он — всего лишь «калька» заимствованного у США термина, семантически чрезвычайно богатого в условиях именно США: здесь индустрия программирования давно оформлена во всех организационно-экономических и правовых атрибутах большого бизнеса, имеющего общественную значимость. Мы же, как очевидно, в силу возрастающего технологического разрыва, отставания от развитых стран больше заботимся о логичности доктрин, построенных на ошибочных представлениях, взятых в аксиомы. Так, если программа — изделие, а нам нужно очень много программ, то следует создать промышленное производство программных изделий, следовательно, нужно позаботиться о разработке технологий промышленного производства программ, создать всевозможные технологические линии производства программных продуктов, а в целях успешного решения возникающих проблем стоит разобраться с таким важным и сложным предметом, каким представляется технология программирования. В этой концепции все логично до тех пор, пока мы не станем сомневаться в том, что именно программа является изделием. Опыт США указывает на то, что за время между двумя всесоюзными конференциями по технологии программирования идеология ВЦКП изжила себя, появились принципиально новые средства (супер-ЭВМ), а персональные компьютеры прошли развитие от техники для досуга до персональных систем ЭВМ и супермини-ЭВМ. Впрочем, реальные функциональные возможности последних почти равны возможностям многих больших ЭВМ отечественного производства. В чем американские специалисты и менеджеры видят действительную проблему для расширения области использования компьютеров и, стало быть, доходов как от производства техники — ЭВМ, так и от производства технологии — программ? Это проблема алгоритмизации практических задач в тех сферах человеческой деятельности, где труд считается таким сложным, что требуется создавать действительно интеллектуальные программы. Собственно же программирование для ЭВМ, т. е. процесс составления и отладки компьютерной программы для США, проблемой больше не является (это — тема специального обсуждения вне рамок этого реферата), хотя имеются определенные трудности при тестировании больших программных систем. Возникали ли в США дискуссии по проблемам технологии программирования? Да, в начале 70-х годов, когда производители больших ЭВМ так называемого третьего поколения вышли на рынки сбыта, практически не подготовленные для применения новой компьютерной техники, системы операций не имели формальных описаний, приемлемых для быстрой разработки больших прикладных программных систем. Именно производители ЭВМ организовали производство прикладных программ как продуктов, без которых приобретение компьютера этой фирмы лишено смысла. Всем уже тогда было ясно, что компьютер — это автомат для выполнения программ, и не больше того! Естественно, что каждый производитель использовал в целях рекламы своих изделий не только потребительские свойства собственно компьютера, но и такие частные детали, как технология (в действительности организация) процесса разработки программ, успешно выполняющих полезные для потребителей работы из их предметных областей. Удачные находки, естественно, стандартизовались в рамках фирмы-производителя, рекламировались для заимствования, но не претендовали на научность — все они были эмпирически найденными системами правил выполнения работ по созданию программ.

Некритическое восприятие того, что у нас переведено словами «технология программирования», а в США одним термином обозначало также и технику (метод) и организацию работ по созданию программ, имело следствием уход наших специалистов с направлений, где есть действительные проблемы, в те направления, где проблемы создают затем, чтобы их решать, приписывая им научную значимость.

Так, сравнивая программу как изделие промышленности со всеми известными изделиями промышленности, можно констатировать, что «она не имеет износа и процесс ее изготовления отличается от традиционного — в нем преобладает интеллектуальная фаза конструирования и почти отсутствует фаза производства (тиражирования), в нем нет понятий допусков и посадок, т. е. допустимых отступлений от идеально точных размеров. Это не укладывается в привычные представления и существующие принципы формирования промышленности. Поэтому есть основание предположить, что за основу количественных показателей процесса разработки программ следует брать не статистические, а структурные методы оценки сложных систем и процессов. В этих методах элементарной единицей измерения должны стать не команда или оператор, а единица информации — байт». Это цитата одного из тезисов стратегии профессиональной теории программирования (профессор И. В. Вельбицкий, г. Киев), имеющего отношение к проблеме нормирования труда программистов. Считая программу технологией, а не изделием, А. А. Бабий правомерно предлагает для оценки труда программистов использовать категории сложности, не пытаться оценивать объем произведенной продукции, а пытаться оценить сложность задания. Его предложение имеет один недостаток: не

существует методики оценки сложности программы и вряд ли возможно создать объективную систему проверяемой и/или подтверждаемой сложности программы (как технологии или как изделия). Дело в том, что программа — материализованная мысль, записанная первоначально на входном языке ЭВМ, по своей природе есть лишь перевод логики суждений автора алгоритма того процесса, который программируется для выполнения компьютером заданной заказчиком работы («задачи») и без которого нет программы.

При чем же здесь технология программирования? Ни при чем, это личное дело того лица, кто выполняет перевод идеи в машинный код. Ситуация полностью подобна той, в которой воздают каждому свое: писателю — одно, переводчику на язык читателя — другое! Мы все понимаем неуместность постановки вопроса о промышленном производстве, например, детективных романов в духе Агаты Кристи, мы не станем интересоваться и технологией переводческой работы этих романов с английского на русский, разумеется, если только не пожелаем сами влиться в армию профессионалов этого вида труда. Нам представляется, что проблема технологии программирования должна быть исключена как надуманная, а вместо нее следовало бы всерьез рассмотреть проблему инженерии знаний, т. е. формализации систем операций различных видов практической деятельности людей, труд которых сегодня признается интеллектуально сложным. В таком случае важно иметь механизм, гарантирующий правовую защиту интересов создателей «программных продуктов» (будь то лишь алгоритм или еще и текст программы).

Всего два доклада из более двухсот, представленных на конференции, затрагивают эту действительно важную и совершенно не решенную в нашей стране проблему. А. Б. Гельб (г. Таллин) в докладе «Особенности защиты прав авторов на разработки в области программирования» дал краткий квалифицированный обзор нынешнего состояния проблемы. Программное обеспечение обладает свойствами и признаками объектов как авторского, так и изобретательского права. В то же время «по действующим нормам советского авторского права само программное обеспечение не охраняется, но охраняться могут те публикации (книги, статьи, брошюры, инструкции и пр.), в которых изложены программное обеспечение и его отдельные элементы». Рассматривая возможные пути решения проблемы охраны прав авторов программных продуктов, А. Б. Гельб подчеркивает, что даже в том случае, если дополнить действующее авторское право специальными нормами, регулирующими охрану программного обеспечения как объекта именно этого института права, в любом случае основная и наиболее ценная часть программного обеспечения — алгоритм — остается без охраны. Аргументированное предложение докладчика состоит в том, чтобы создать новый, специальный правовой акт, ориентированный на правовую защиту интересов граждан и организаций по всем компонентам и этапам создания программного обеспечения.

И. З. Карась (г. Москва) в докладе «Правовое регулирование в программостроении» называет программостроением промышленное производство программных средств (ПС), причем не разделил семантическую (алгоритмы) и лингвистическую (текст программы в машинном коде либо на языке программирования) компоненты ПС. Последнее замечание существенно потому, что И. З. Карась, справедливо считая ПС основным компонентом искусственных средств обработки данных, т. е. систем, функционирующих под управлением ЭВМ, указывает на одно весьма важное обстоятельство, сопровождающее переход от естественных (типа «человек — человек») систем к искусственным, а именно: в последних процессы анализа и принятия решений частично переходят от человека к оборудованию, орудия труда приобретают искусственный интеллект и все в большей мере применяются пользователем без полного контроля процесса достижения цели. «Тем самым осуществляется переход на принципиально новую юридическую основу: программостроительное предприятие создает и поставляет «принятие решений», т. е., по существу, правоотношения». «...Правоотношения становятся компонентом технологии, технология включается в правоотношения, формируется комплексное юридико-техническое правовое регулирование». Докладчик изложил подход к построению правовой системы, регулирующей общественные отношения как в рамках самого программостроительного предприятия, так и между предприятиями, и предложил метод проверки своей концепции путем проведения правового эксперимента.

Комментированные выше доклады, на наш взгляд, действительно содержат новые подходы, а главное, содержат и конструктивные предложения, ценные для выработки серьезных организационно-экономических и правовых решений в столь важной сфере научно-техического прогресса, какой во всем мире считают программирование.

Безусловно, многие из представленных на конференции докладов также интересны для специалистов по прикладной информатике, но даже краткое их изложение, по строке на доклад, заняло бы столько же места, как весь наш реферат. Нам казалось важным отметить лишь наиболее интересные проблемы и подходы к их решению, сформулированные и опубликованные на конференции.

Литература

Характеристики качества программного обеспечения/ Б. Боэм и др./Пер. с англ. — М.: Мир, 1981. — 260 с.

Э 15 **ЭВМ** в ускорении научно-технического прогресса. — М.: Знание, 1988. — 48 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Сер. «Вычислительная техника и ее применение»; № 6).

15 к.

В настоящее время средства вычислительной техники стали предметом повсеместного внимания. Широкий фронт освоения и внедрения их в народное хозяйство обоснован ожидаемым получением значительного эффекта в процессе ускорения НТП. О конкретных достижениях и результатах применения вычислительной техники в некоторых важных отраслях народного хозяйства и будет рассказано в брошюре, рассчитанной на студентов, лекторов, инженеров и производственников, интересующихся вопросами эксплуатации средств вычислительной техники.

2404000000 **ББК 32.97**

ТЕМА *СЛЕДУЮЩЕГО ВЫПУСКА*

СЕМЕЙСТВО ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЭВМ

Научно-популярное издание

ЭВМ В УСКОРЕНИИ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА

Гл. отраслевой редактор Л. А. Ерлыкин
Редактор Б. М. Васильев
Мл. редактор Н. А. Васильева
Художники В. Н. Конюхов и К. Н. Мошкин
Худож. редактор М. А. Гусева
Техн. редактор А. М. Красавина
Корректор В. В. Каночкина

ИБ № 9224

Сдано в набор 25.02.88. Подписано к печати 22.04.88. Т-06973. Формат бумаги 70 × 100 $^{1}/_{16}$. Бумага офсетная. Гарнитура гельветика. Печать офсетная. Усл. печ. л. 3,90. Усл. кр.-отт. 8,45. Уч.-изд. л. 4,46. Тираж 65303 экз. Заказ 1938. Цена 15 коп. Издательство «Знание». 101835, ГСП, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Индекс заказа 884706.
Ордена Трудового Красного Знамени Калининский полиграфический комбинат Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 170024, г. Калинин, пр. Ленина, 5.

Цена 15 коп.

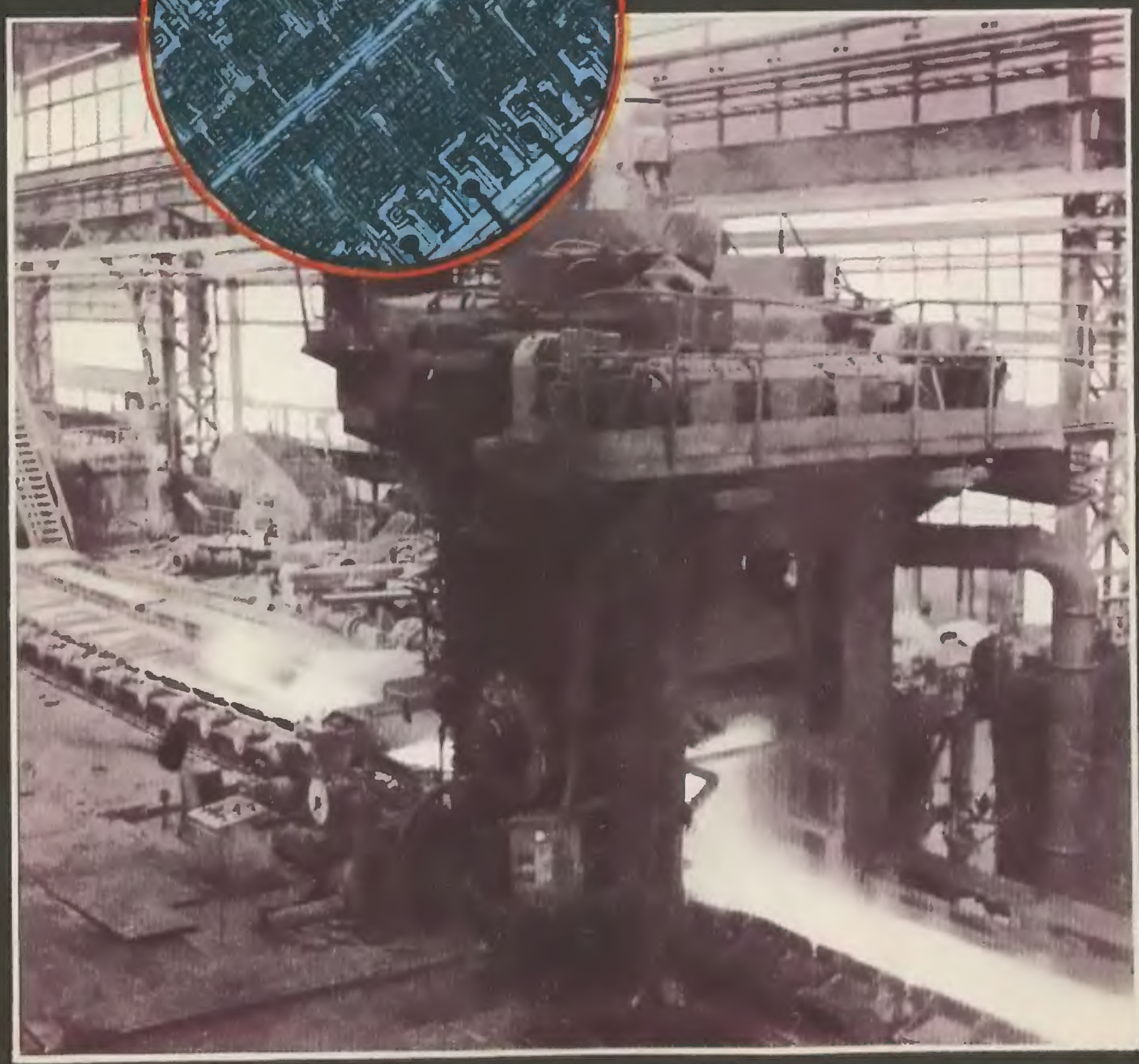
Индекс 70195

Инв
27-43

Издательство «Знание»

Подписная научно-популярная серия

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ЕЁ ПРИМЕНЕНИЕ

Дорогой читатель!

Брошюры этой серии в розничную продажу не поступают, поэтому своевременно оформляйте подписку.
Подписка на брошюры издательства «Знание» ежеквартальная, принимается в любом отделении «Союзпечати».